

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



MOBILNÍ BUŇKY PRO NOUZOVÉ BYDLENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Jakub Denk

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.

Konzultanti:

**Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.
doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš**

2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Denk Jméno: Jakub Osobní číslo: 438088

Zadávací katedra: K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: (N3649) Budovy a prostředí

Studijní obor: (3608T006) Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Mobilní buňky pro nouzové bydlení

Název diplomové práce anglicky: Mobile emergency disaster housing units

Pokyny pro vypracování:

- návrh udržitelného komplexu nouzového bydlení a jednotlivých buněk
- konstrukční řešení obytných a hygienických buněk
- koncept rozvodů energie a zdravotně technických instalací
- návrh technického zařízení v buňkách
- případové studie využití komplexu nouzového bydlení

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Antonín Lupíšek, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 17.9.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

17.9.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Jakub Denk

Název diplomové práce: Mobilní buňky pro nouzové bydlení

Základní část: Návrh komplexu a buněk pro nouzové bydlení podíl: 65 %

Formulace úkolů:

- návrh komplexu nouzového bydlení využívající vlastní buňky i dostupná mobilní zařízení v kontejnerovém provedení, energetická bilance komplexu
- návrh objektu pro nouzové bydlení složeného z obytných a hygienických buněk
- konstrukční řešení skládací obytné buňky a hygienické buňky
- případové studie využití komplexu nouzového bydlení

Podpis vedoucího DP: Datum: 2.12.2019

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Koncept rozvodů energie a zdravotně technických instalací podíl: 25 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Zuzana Veverková, Ph.D., K125 (Katedra technických zařízení budov)

Formulace úkolů:

- zdroje a rozvody tepla a elektřiny v rámci komplexu nouzového bydlení
- řešení zásobování pitnou vodou, recyklace a odvádění odpadních vod
- větrání a vytápění obytných a hygienických buněk
- návrh technického zařízení v hygienických buňkách

Podpis konzultanta: Datum: 3.12.2019

3. Část: Návrh nosných konstrukcí buněk podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš, K134 (Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí)

Formulace úkolů:

- popis statického působení konstrukce skládací obytné buňky
- návrh a posouzení teleskopického sloupu skládací obytné buňky včetně spojů

Podpis konzultanta: Datum: 3.12.2019

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Antonína Lupíška, Ph.D. a informace čerpal z uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 5.1.2020

.....
Bc. Jakub Denk

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Antonínu Lupíškovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, ochotu, vstřícnost, cenné rady a připomínky poskytnuté při konzultacích.

Poděkování také patří Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. a doc. Dr. Ing. Jakubu Dolejšovi za pečlivé probrání řešených témat a pomoc při konzultacích.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Šantínovi, PhDr. Bohumile Baštecké, Ph.D., Ing. Radimu Lovětínskému, Ing. Jiřímu Bílkovi a dalším odborníkům a zástupcům odborných firem, kteří mi poskytli potřebné údaje o výrobcích a technických řešeních a umožnili mi nahlédnout na zpracovávanou problematiku i z jiného úhlu.

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo navrhnout univerzální mobilní systém nouzového bydlení pro případ mimořádných událostí a krizových stavů v podmínkách České republiky. Navržené zařízení má dosahovat obecně vyšší kvality než opatření pro nouzové přežití a nouzové ubytování používaná v současné době. Je určeno pro využití současnou generací i generacemi příštími a jeho návrh byl proveden v souladu s požadavky udržitelného rozvoje.

Projekt je členěn do tří základních úrovní podrobnosti. Na nejvyšší úrovni byla řešena problematika komplexu (systému) nouzového bydlení, který se skládá ze základních mobilních buněk (kontejnerů) a jejich sestav. Byly využity jak nově navržené buňky, tak i buňky existující, používané v současné době Armádou České republiky, coby složkou integrovaného záchranného systému. Byl kladen důraz na univerzální umístitelnost komplexu, která zahrnuje i nezávislost na veřejných sítích.

Podrobněji byl dále řešen objekt nouzového bydlení, který představuje základní součást komplexu nouzového bydlení. Jedná se o sestavu z navržených obytných a hygienických buněk určenou pro dočasné obývání až čtyřiceti osobami.

Na nejpodrobnější úrovni byl proveden návrh jednotlivých buněk, které tvoří objekt nouzového bydlení, a to z hlediska konstrukčního, materiálového, stavebně energetického a z hlediska technického zařízení. Obytná buňka byla především z důvodu zefektivnění přepravy a skladování navržena jako skládací. Byla řešena specifika opakované montáže, demontáže a přepravy konstrukce.

Použitelnost navrženého zařízení pro nouzové bydlení byla ověřena na případových studiích, které simulují podmínky skutečných mimořádných událostí. Byly zvoleny situace typické pro prostředí České republiky: výbuch plynu v bytovém domě a dva případy povodní.

Klíčová slova

nouzové bydlení; nouzové ubytování; mimořádné události; krizové situace; mobilní buňky; dočasné konstrukce; skládací konstrukce; udržitelná výstavba; off-grid systém

Abstract

The objective of the master thesis was to design a versatile mobile emergency disaster housing system to be used in case of emergencies and crisis situations in the Czech Republic. The designed facility should achieve overall better quality than currently used precautions for disaster survival and emergency disaster accommodation. It is intended to be used by the current and future generations, therefore the system has been designed in accordance with sustainability requirements.

The design is divided into three basic levels of detail. The issue of emergency disaster housing complex (system) was dealt with at the highest level. The complex consists of basic mobile units (containers) and its assemblies. It includes both designed units and existing units, currently used by the Czech Armed Forces, which is a section of the national emergency services. Besides, variable placement of the complex, which contains independence of public infrastructure, was emphasized.

Further, an emergency disaster housing object, which is an essential part of the emergency disaster housing complex, has been designed in greater detail. It is an assembly of designed housing and sanitary units, which is intended for temporary housing of forty people.

Particular units included in emergency disaster housing object have been developed on the most detailed level. The design was focused on structural, material, energy and technical equipment aspects. The housing unit has been designed as foldable, primarily to increase transport and storage efficiency. Specificities of recurrent assembly, disassembly and transport of the structure were taken into consideration.

The practicability of designed emergency disaster housing facility has been demonstrated on case studies, which simulated conditions during actual emergencies. Typical events occurring in the Czech Republic have been selected: gas explosion in an apartment building and two cases of floods.

Key words

emergency disaster housing; emergency disaster accommodation; emergencies; crisis situations; mobile units; temporary structures; foldable structure; sustainable buildings; off-grid system

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 12 |
| 1.1 Motivace | 12 |
| 1.2 Cíle | 12 |
| 2. Stávající systémy nouzového ubytování | 14 |
| 2.1 Systémy pro ubytování evakuovaných osob | 14 |
| 2.1.1 Stany | 14 |
| 2.1.2 Prostory veřejných budov | 15 |
| 2.1.3 Obytné buňky | 15 |
| 2.2 Systémy pro zajištění hygieny evakuovaných osob | 16 |
| 2.2.1 Malá mobilní zařízení pro venkovní použití | 16 |
| 2.2.2 Hromadné hygienické buňky | 17 |
| 2.2.3 Individuální hygienické buňky | 17 |
| 2.3 Mobilní technická a technologická zařízení | 18 |
| 2.3.1 Zdroje elektřiny a tepla | 18 |
| 2.3.2 Zdroje pitné vody | 19 |
| 2.3.3 Likvidace odpadních vod | 20 |
| 2.3.4 Technologická vybavení AČR pro hromadné stravování | 20 |
| 3. Návrh komplexu nouzového bydlení (EDHC) | 21 |
| 3.1 Vymezení účelu, funkce a podmínek pro použití navrhovaného komplexu | 21 |
| 3.2 Časové souvislosti použití komplexu nouzového bydlení | 23 |
| 3.3 Varianty komplexu nouzového bydlení dle časové aplikace, kapacity a uspořádání | 25 |
| 3.3.1 Dlouhodobý a krátkodobý EDHC | 25 |
| 3.3.2 Kapacita EDHC | 25 |
| 3.3.3 Uspořádání EDHC | 26 |
| 3.3.4 Schémata variant EDHC | 28 |
| 3.4 Existující vybavení součástí komplexu nouzového bydlení | 33 |
| 3.4.1 Energetický kontejner Alfons | 34 |
| 3.4.2 Mobilní úpravna vody UMUV 1 | 35 |
| 3.4.3 Mobilní čistírna odpadních vod | 35 |
| 3.4.4 Zdravotnický kontejner | 35 |
| 3.4.5 Varna a výdejna stravy | 36 |
| 3.4.6 Stany pro hromadné stravování, shromažďování a zdravotnické účely | 36 |
| 3.4.7 Zázemí pro IZS | 37 |
| 3.5 Navrhované součásti komplexu nouzového bydlení | 38 |
| 3.5.1 Objekt nouzového bydlení | 38 |
| 3.5.2 KVET kontejner | 38 |
| 3.5.3 Koncept zimního stanu | 38 |
| 4. Návrh objektu nouzového bydlení (EDHO) | 42 |
| 4.1 Funkční a dispoziční řešení | 42 |
| 4.2 Princip sestavení objektu nouzového bydlení | 43 |
| 4.3 Údaje pro energetickou bilanci | 46 |
| 4.3.1 Stanovení tepelných ztrát | 46 |
| 4.3.2 Popis tepelných zisků | 47 |
| 4.3.3 Výpočtový nástroj a data pro energetickou bilanci | 49 |
| 5. Obytná buňka pro nouzové bydlení (EDHU) | 51 |
| 5.1 Východiska pro konstrukční řešení | 51 |
| 5.1.1 Doprava a skladování buňky | 51 |
| 5.1.2 Montáž a manipulace s buňkou | 52 |
| 5.1.3 Sociální kritéria udržitelného rozvoje | 52 |
| 5.1.4 Ekologická kritéria udržitelného rozvoje | 53 |
| 5.1.5 Ekonomická kritéria udržitelného rozvoje | 53 |
| 5.2 Návrh nosné konstrukce EDHU | 55 |
| 5.2.1 Konstrukční materiály | 57 |
| 5.2.2 Vodorovné profily | 57 |
| 5.2.3 Svislé profily | 58 |

| | |
|---|------------|
| 5.2.4 Zajištění prostorové tuhosti | 61 |
| 5.3 Návrh obálky EDHU | 61 |
| 5.3.1 Princip skládání EDHU | 61 |
| 5.3.2 Konstrukční materiály | 64 |
| 5.3.3 Popis konstrukcí obálky EDHU | 65 |
| 5.3.4 Klouby skládacích konstrukcí a těsnění montážních spár | 68 |
| 5.3.5 Teplotně vlhkostní bezpečnost konstrukcí | 70 |
| 5.4 Návrh skládacího nábytku v EDHU | 75 |
| 5.4.1 Postele | 75 |
| 5.4.2 Skříně | 76 |
| 5.4.3 Stoly | 77 |
| 5.5 Zhodnocení EDHU jako udržitelného výrobku | 78 |
| 5.5.1 Vliv na uživatele | 78 |
| 5.5.2 Dopad na životní prostředí | 78 |
| 5.5.3 Ekonomické zhodnocení | 79 |
| 6. Hygienické a technické buňky v EDHO | 80 |
| 6.1 Východiska pro konstrukční řešení | 80 |
| 6.1.1 Doprava a skladování buněk | 80 |
| 6.1.2 Montáž a manipulace s buňkami | 80 |
| 6.1.3 Sociální kritéria udržitelného rozvoje | 80 |
| 6.1.4 Ekologická kritéria udržitelného rozvoje | 81 |
| 6.1.5 Ekonomická kritéria udržitelného rozvoje | 81 |
| 6.2 Návrh nosné konstrukce hygienických a technických buněk | 82 |
| 6.2.1 Hlavní nosné profily | 82 |
| 6.2.2 Zajištění prostorové tuhosti | 83 |
| 6.3 Rozkládací schodiště součástí buňky HYG2s | 83 |
| 6.4 Návrh obálky hygienických a technických buněk | 85 |
| 6.4.1 Konstrukční materiály | 85 |
| 6.4.2 Popis konstrukcí obálky hygienických buněk | 86 |
| 6.4.3 Popis konstrukcí obálky technických buněk | 88 |
| 6.4.4 Teplotně vlhkostní bezpečnost konstrukcí | 89 |
| 7. Koncept rozvodů energie a ZTI | 96 |
| 7.1 Energetický koncept na úrovni EDHC | 96 |
| 7.1.1 Zdroje a potřeba energie | 96 |
| 7.1.2 KVET kontejner | 99 |
| 7.1.3 Rozvody tepla a elektřiny na úrovni EDHC | 102 |
| 7.2 Koncept zdravotně technických instalací na úrovni EDHC | 103 |
| 7.2.1 Zdroje a potřeba pitné vody | 103 |
| 7.2.2 Likvidace odpadních vod | 103 |
| 7.2.3 Rozvody pitné vody a potrubí tlakové kanalizace | 104 |
| 7.3 Energetický koncept a technické zařízení EDHO | 105 |
| 7.3.1 Potřeba tepla a elektrické energie | 105 |
| 7.3.2 Vytápění a větrání | 105 |
| 7.3.3 Ohřev teplé vody | 108 |
| 7.4 Koncept zdravotně technických instalací na úrovni EDHO | 109 |
| 7.4.1 Pitná voda | 111 |
| 7.4.2 Užitková voda | 111 |
| 7.4.3 Šedá voda | 112 |
| 7.4.4 Splašková voda | 112 |
| 8. Případové studie využití komplexu nouzového bydlení | 113 |
| 8.1 Výbuch plynu a požár bytového domu v Liberci | 113 |
| 8.1.1 Skutečná událost | 113 |
| 8.1.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC | 113 |
| 8.1.3 Použití EDHC | 114 |
| 8.1.4 Zásobování vodou a odvoz odpadních vod | 117 |
| 8.1.5 Potřeba energie a zásobování palivem | 120 |
| 8.2 Povodeň v Rudníku v roce 2013 | 122 |
| 8.2.1 Skutečná událost | 122 |
| 8.2.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC | 122 |

| | |
|---|------------|
| 8.2.3 Použití EDHC | 123 |
| 8.2.4 Zásobování vodou a likvidace odpadních vod | 127 |
| 8.2.5 Potřeba energie a zásobování palivem | 127 |
| 8.3 Povodeň v Praze v roce 2002 | 128 |
| 8.3.1 Skutečná událost | 128 |
| 8.3.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC | 129 |
| 8.3.3 Použití EDHC | 130 |
| 8.3.4 Zásobování vodou a likvidace odpadních vod | 133 |
| 8.3.5 Potřeba energie a zásobování palivem pro provoz EDHC v srpnu | 134 |
| 8.3.6 Potřeba energie a zásobování palivem pro provoz EDHC v lednu | 135 |
| 9. Závěr | 137 |
| Příloha P1. Statický výpočet konstrukce EDHU | 138 |
| Příloha P2. Výkresová dokumentace EDHU | 143 |
| Příloha P3. Výkresová dokumentace skládacího nábytku v EDHU | 145 |
| Příloha P4. Výkaz výměr a odhad ceny EDHU | 147 |
| Příloha P5. Výkresová dokumentace skládacího schodiště v HYG2s | 150 |
| Příloha P6. Výkresová dokumentace hygienických a technických buněk | 152 |
| Příloha P7. Vytápění technických kontejnerů | 157 |
| Příloha P8. Návrh ohřivačů teplé vody v EDHO | 161 |
| Příloha P9. Potřeba elektrické energie v EDHO | 163 |
| Příloha P10. Výkresová dokumentace KVET kontejneru | 165 |
| Příloha P11. Výkresová dokumentace technického zařízení hygienických a technických buněk | 167 |
| Seznam obrázků | 177 |
| Seznam tabulek | 179 |
| Seznam použité literatury a podkladů | 180 |
| Záložka pro usnadnění orientace v diplomové práci | 187 |

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symboly

| | | |
|---------------------|-----------------------|---|
| A | (m ²) | plocha |
| A _s | (m ²) | sběrná plocha okna |
| c | (J/kg.K) | měrná tepelná kapacita |
| f _{Rsi} | (-) | teplotní faktor vnitřního povrchu |
| f _{Rsi,cr} | (-) | kritická hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu |
| F _C | (-) | korekční činitel clonění |
| F _F | (-) | korekční činitel rámu |
| F _S | (-) | korekční činitel stínění |
| g | (-) | energetická propustnost zasklení |
| G _{Gt} | (W/m ²) | globální solární ozáření svislé plochy |
| H | (MJ/m ³) | výhřevnost plynného paliva |
| H _T | (W/K) | součinitel tepelné ztráty prostupem |
| H _V | (W/K) | součinitel tepelné ztráty větráním |
| Q | (W) | výkon nebo příkon tepelného stroje nebo výměníku |
| S | (m ²) | průřezová plocha potrubí |
| U | (W/m ² .K) | součinitel prostupu tepla |
| U _{em} | (W/m ² .K) | průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy |
| ΔU _{em} | (W/m ² .K) | přirážka na vliv tepelných vazeb |
| v | (m/s) | rychlost |
| V | (m ³) | objem |
| V | (m ³ /h) | objemový průtok |
| V _e | (m ³ /h) | množství čerstvého vzduchu |
| V _{max} | (m ³ /h) | maximální hodinová potřeba plynného paliva |
| θ | (°C) | teplota |
| θ _{si} | (°C) | nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce |
| ρ | (kg/m ³) | objemová hmotnost |
| φ | (%) | relativní vlhkost vzduchu |

Zkratky

| | |
|-------|---|
| 2D | dvojrozměrný (<i>2-dimensional</i>) |
| AČR | Armáda České republiky |
| č. | číslo |
| č. p. | číslo popisné |
| ČOV | čistírna odpadních vod |
| ČR | Česká republika |
| ČÚZK | Český úřad zeměměřický a katastrální |
| ČVUT | České vysoké učení technické v Praze |
| DPH | daň z přidané hodnoty |
| EDHC | komplex nouzového bydlení (<i>Emergency Disaster Housing Complex</i>) |
| EDHO | objekt nouzového bydlení (<i>Emergency Disaster Housing Object</i>) |
| EDHU | obytná buňka pro nouzové bydlení (<i>Emergency Disaster Housing Unit</i>) |
| EDWT | zimní stan pro použití při krizových situacích (<i>Emergency Disaster Winter Tent</i>) |
| EHA | odpadní vzduch (<i>Exhaust Air</i>) |
| ETA | odváděný vzduch (<i>Extract Air</i>) |
| HDPE | vysokohustotní polyethylen (<i>High Density Polyethylene</i>) |
| HYG | označení pro kontejnery: <i>hygienické</i> buňky |
| HZS | Hasičský záchranný sbor |
| IEQ | kvalita vnitřního prostředí (<i>Indoor Environment Quality</i>) |
| INV | označení pro kontejnery: <i>instalační</i> vložky |
| IZS | integrovaný záchranný systém |
| KVET | kombinovaná výroba tepla a elektřiny |
| M | měřítka |
| MAG | automatické svařování elektrickým obloukem v ochranné atmosféře (<i>Metal Active Gas</i>) |
| max. | maximální |
| MMA | ruční svařování elektrickým obloukem (<i>Manual Metal Arc</i>) |
| MS | mezí stav |
| např. | například |
| NOV | označení pro kontejnery: <i>nádrže na odpadní vody</i> |
| NP | nadzemní podlaží |

| | |
|---------|---|
| ODA | venkovní vzduch (<i>Outdoor Air</i>) |
| OSB | konstrukční deska na bázi dřeva (<i>Oriented Strand Board</i>) |
| OZE | obnovitelné zdroje energie |
| PE | polyethylen |
| PP-RCT | polypropylen typu 4 (<i>Polypropylene – Random Crystallinity Temperature</i>) |
| PUR | polyuretan |
| PVC-P | měkčený polyvinylchlorid (<i>Polyvinyl Chloride – Plasticized</i>) |
| PVGIS | <i>Photovoltaic Geographical Information System</i> |
| Q100 | stoletá voda |
| resp. | respektive |
| S | sever |
| Sb. | sbírky |
| STR | označení pro kontejnery: <i>střešní</i> nástavce |
| SUP | přiváděný vzduch (<i>Supply Air</i>) |
| tj. | to je |
| tl. | tloušťka |
| TMY | typický meteorologický rok (<i>Typical Meteorological Year</i>) |
| TV | teplá voda |
| tzv. | takzvaně |
| UCEEB | Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze |
| UMUV | Univerzální mobilní úpravna vody |
| VKV | výsuvný kontejner vojenský |
| VZT | vzduchotechnika |
| ZP | zařizovací předmět |
| ZŠ a MŠ | základní a mateřská škola |
| ZTI | zdravotně technické instalace |
| ZZT | zpětné získávání tepla |

1. Úvod

1.1 Motivace

Mobilní a demontovatelné konstrukce, nebo celé části staveb, prochází v současné době znatelným rozvojem a začínají se čím dál více uplatňovat ve výstavbě dočasných i trvalých staveb. Tyto systémy vynikají zejména v rychlosti výstavby, většina z nich také v nízkých nákladech na pořízení a zejména výstavbu. [37]

Výhody tzv. modulárních staveb ovlivnily jejich využití i mimo specifické typy staveb. V různých formách je tak z kontejnerů nebo jiných prostorových prefabrikátů možné realizovat běžné rodinné i bytové domy, školy, malé administrativní a výrobní budovy a podobně. [38]

Vedle toho zůstává využití modulů i pro jejich zřejmě původní účel, a to provizorní a dočasné stavby, které je potřeba vybudovat velmi rychle na téměř libovolném místě. Tento typ aplikace je často využíván v rámci humanitární a rozvojové pomoci po celém světě. Systémy jsou využívány například pro výstavbu provizorních nemocnic, nouzového ubytování v případě živelných katastrof a jiných mimořádných událostí nebo sociálního bydlení v oblastech, kde je nutné rychle vybudovat velké množství obytných jednotek. [39] [40] Tato práce se zabývá tématem dočasného nouzového a částečně sociálního bydlení.

Problematika nouzového ubytování v České republice spadá pod Ministerstvo vnitra a je upravovaná zejména Krizovým zákonem. [1] Základní vybavení pro zajištění nouzového ubytování má Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS), coby hlavní složka integrovaného záchranného systému (IZS), další specifické vybavení zajišťuje Armáda České republiky (AČR) ve funkci vedlejší složky IZS. [15] [41] Ve většině případů se jedná o vybavení velmi jednoduché.

Vybavení IZS pro účely ubytování evakuovaných osob je omezeno na stany, v menším množství pak obytné a hygienické kontejnery pro malé množství osob. [15] [18] [41] Při zajištění nouzového ubytování bývají využívány i stávající nepoškozené občanské budovy s velkými prostory (společenské sály, tělocvičny), což s sebou nese další množství nevýhod vzhledem k majiteli objektu, poskytovateli nouzového ubytování i k ubytovaným osobám samotným. [15]

Živelné pohromy (např. povodně) nemívají zpravidla tak velký rozsah (zničení celých budov), aby bylo potřeba evakuované obyvatelstvo ubytovat na delší dobu, nedochází k haváriím velkého rozsahu ani nehrozí velké nebezpečí útoků zbraněmi hromadného ničení. Zřejmě proto je vybavenost integrovaného záchranného systému (IZS), který má zajišťovat mimo jiné toto nouzové ubytování, velmi primitivní a není vhodná pro všechny typy podmínek, které mohou v případě krizových situací nastat. I na události s velmi malou pravděpodobností výskytu je však nutné mít připravený krizový plán. Je tedy vhodné, aby zahrnoval i konkrétní hmotné systémy pro zajištění potřeb evakuovaných osob.

Současné využívané, resp. připravené nouzové ubytování není udržitelné. Jeho použití znamená nutnost zajištění velkého množství energie (např. vytápění stanů v extrémních zimních podmínkách), což v případě dlouhodobějšího využití zvyšuje náklady na jeho provoz i dopad provozu na životní prostředí. Nouzové ubytování v jakékoli současné využívané formě není ze sociálního hlediska (z hlediska ubytovaných osob) zcela bezproblémové. Objekty pro nouzové ubytování s největší pravděpodobností v některých podmínkách nezajišťují ani hygienicky nezávadné vnitřní prostředí vhodné pro dlouhodobý pobyt osob. V případě komfortu ubytovaných osob má nouzové ubytování velký potenciál ke zlepšení. Neslučitelnost stávajících forem nouzového ubytování v ČR s udržitelným rozvojem z nich dělá systémy téměř nepoužitelné v budoucnu.

V systémech nouzového ubytování pro ČR chybí sofistikované a komplexní řešení, které by zajistilo ubytování, prostory pro hygienu, vyhovující vnitřní prostředí, dodávku energie pro uživatele, stravování a zdravotnickou péči.

1.2 Cíle

Práce je zaměřena na oblast České republiky a má za cíl zvýšit připravenost a zlepšit podmínky pro nouzové ubytování zajišťované obyvatelům při krizových situacích. Příkladem takových situací mohou být v našich podmínkách typické povodně, dále velké požáry a jiné živelné pohromy, havárie s různými následky a v neposlední řadě i cílené útoky. Pro případy, kdy je nutno obyvatele dlouhodobě evakuovat, má být v rámci diplomové práce navržen systém nouzového bydlení.

Navrhovaný systém nouzového bydlení má kompenzovat nevýhody stávajících možností nouzového ubytování, což se projeví ve zlepšení nouzového bydlení, které je možné zajistit

v současnosti, ale zejména v připravenosti udržitelného systému nouzového bydlení pro příští generace. Zároveň se má jednat o systém, který komplexně zajišťuje potřeby evakuovaných osob, jejichž situace vyžaduje zajištění náhradního bydlení na dobu v řádu týdnů nebo měsíců.

Systém nouzového bydlení musí být udržitelný, aby mohl být používán v budoucnu i příštími generacemi. Výroba a příprava komplexu nouzového bydlení musí být nákladově optimální (náklady na pořízení musí odpovídat životnosti výrobků). Důležitá je i ekonomika přepravy, montáže, provozu a demontáže komplexu. Podobně se dají vyložit i požadavky ekologického pilíře udržitelného rozvoje. Výroba, příprava, přeprava, montáž, provoz, demontáž a recyklace po ukončení životnosti výrobků by měly mít co nejmenší dopad na životní prostředí. Ze sociálního hlediska je nutné zajistit zdravotně nezávadné prostředí pro ubytované osoby a přijatelný komfort odpovídající skutečnosti, že se jedná o nouzové bydlení, kde mohou lidé pobývat i několik měsíců.

Aby bylo možné komplex nouzového bydlení použít univerzálně při jakékoliv krizové situaci a na jakémkoliv místě, měl by komplex jako celek vykazovat určitou míru soběstačnosti, respektive nezávislosti na veřejných sítích. Některé situace mohou vyžadovat, aby měl systém vlastní zdroj tepla a elektřiny. Na místě, kde by bylo vhodné komplex nouzového bydlení vybudovat, nemusí být zajištěn zdroj pitné vody (vodovod), nebo může být kontaminován. Z toho důvodu je vhodné, aby byl komplex vybaven vlastním systémem pro zajištění pitné vody. Dále je nutné řešit likvidaci odpadních vod, protože místo zvolené pro výstavbu komplexu nebo samotná krizová situace nemusí umožňovat připojení se na veřejnou kanalizaci.

Celý systém musí být samozřejmě funkční a reálně použitelný v podmínkách České republiky. Návrh komplexu musí odpovídat požadavkům IZS z hlediska provozu nouzového bydlení, logistiky a používané techniky. Je vhodné, aby navrhované řešení bylo kompatibilní se systémy nouzového ubytování aktuálně používanými IZS a aby se části obou systémů doplňovaly.

2. Stávající systémy nouzového ubytování

2.1 Systémy pro ubytování evakuovaných osob

V následujících kapitolách jsou stručně popsána zařízení, ve kterých je možné zajistit pobyt (odpočinek a spánek) evakuovaných osob. Jedná se o velkoprostorové stany, halové a sálové prostory v budovách a v malé míře i o obytné buňky (kontejnery). U každého systému jsou popsány hlavní výhody a nevýhody.

2.1.1 Stany

Velkoprostorové armádní stany jsou v současné době nejuniverzálnějším opatřením pro ochranu a ubytování evakuovaných osob. Jsou snadno použitelné pro aplikace s dobou trvání v řádu hodin, případně dnů. Jejich výhodou je rychlost výstavby a snadná přeprava (malá hmotnost i objem). Při výstavbě zpravidla není nutné používat žádnou mechanizaci, ale je nutné zajistit součinnost většího počtu osob. [41] [42]

Náklady na pořízení stanu jsou velmi nízké. [42] Oproti tomu náklady na provoz stanu v zimním období jsou velmi vysoké, k vytápění a výrobě elektřiny se přitom téměř výhradně využívají fosilní paliva. [43] Navíc ani takto velká spotřeba energie nezajistí vyhovující kvalitu vnitřního prostředí ve stanu. Pro dlouhodobější aplikace (doba trvání v řádu dnů až týdnů) jsou tak stany nevhodné.

Z provozního hlediska slouží běžné stany pouze pro pobyt a ubytování osob, přičemž se jedná o ubytování hromadné, které je nejméně komfortní a také nejméně bezpečné pro evakuované osoby. Návaznost na hygienické vybavení je nepřímá, je vyžadováno opuštění stanu pro přesun do hygienického zařízení. [42]

Tuto návaznost má z dostupného vybavení IZS vyřešenou pouze kontejner nouzového přežití s rozkládacím stanem, kde jsou hygienické prostory a kuchyňka soustředěny v jednom kontejneru, kolem kterého je rozložen stan. Těchto kontejnerů má však IZS k dispozici pouze 15 ks pro celou ČR. Při zcela naplněné kapacitě stanu má každý člověk k dispozici pouze 1,2 m² plochy (má sloužit i pro přespání). [44] I tento stan má samozřejmě stejné nevýhody při zimním provozu.



Obr. 2.1.1 Kontejner nouzového přežití [43]

2.1.2 Prostory veřejných budov

Halové a sálové prostory veřejných budov (např. tělocvičny, kulturní domy), případně i budov v soukromém vlastnictví, bývají využívány jako evakuační místa a jako prostory nouzové ubytování v případě nutnosti delšího ubytování evakuovaných osob (v řádu dnů až týdnů) nebo během chladného období, aby se eliminovaly nevýhody stanů spojené s vnějšími podmínkami. [15] Výhodou těchto prostorů je velká kapacita, zpravidla vlastní hygienické zařízení (i když nemusí být pro účely nouzového ubytování dostačující), téměř okamžitá dostupnost prostoru při výskytu potřeby ubytovat evakuované obyvatelstvo a s tím související vybudovaná a okamžitě dostupná infrastruktura (zdroj elektřiny, pitné vody, tepla, případně chladu, větrací systém).

Nevýhodou zůstává, stejně jako u stanů, hromadné ubytování všech evakuovaných osob, jehož hlavní problém spočívá v bezpečnosti (např. krádeže osobních věcí), ale také výrazně ovlivňuje komfort a soukromí obyvatel. Oproti stanům lze v těchto prostorech mnohem lépe zajistit kvalitní vnitřní prostředí, ale v mnoha případech opět s velkou spotřebou energie (např. vytápění a větrání nevyužitého objemu tělocvičny). Existující hygienické zázemí v používané budově nemusí ve všech případech vyhovovat potřebám nouzového ubytování, např. kapacitně. Prostory veřejných staveb nejsou vhodné ani pro dlouhodobé ubytování evakuovaných osob (v řádu týdnů až měsíců), protože nouzové ubytování pak brání běžnému využití budovy.



Obr. 2.1.2 Prostor tělocvičny využitý pro nouzové ubytování [45]

2.1.3 Obytné buňky

Využití montovaných obytných budov z prostorových modulů je v našich podmínkách záležitostí spíše sociálního bydlení. Skutečností, která brání jejich použití pro nouzové ubytování, je zejména to, že obytné kontejnery nejsou nikde skladované ve větším množství, aby mohly být v případě krizové situace rychle k dispozici. Buňky výrobci zhotovují na zakázku a výroba může trvat přibližně 3 týdny, což znamená, že se nejedná o konkurenční výrobek stanů. [39] Spíše se nabízí logická návaznost zajistit nouzové ubytování v počáteční fázi krizové situace ve stanech a prostorech veřejných budov a dále zbudovat systém z obytných buněk, pokud je nutné evakuované osoby ubytovat na delší dobu. Rychlost využití obytných buněk pro nouzové ubytování je negativně ovlivněna také tím, že je potřeba vypracovat projekt pro provedení stavby z prostorových modulů. [19] Jinak řečeno, nouzové ubytování, které by se v současné době

realizovalo buňkovým systémem, není rychlé a univerzální řešení, které pravděpodobně většina situací vyžaduje.

Oproti předchozím systémům lze v buňkách relativně snadno udržet kvalitní vnitřní prostředí, i když vzhledem ke kvalitě konstrukcí obálky kontejneru je možné pochybovat o tom, jestli nedojde k ovlivnění vnitřního prostředí např. opakovanou kondenzací vodní páry na vnitřních površích při extrémních zimních podmínkách. K vytápění buněk používá většina výrobců elektrické přímotopy a kontejner vyžaduje připojení ke zdroji elektřiny. [19] Větrání v obytných buňkách není řešeno. Technické zařízení buněk je na nejnižší možné úrovni (pouze rozvod silnoproudé elektřiny), což neovlivňuje jen spotřebu energie a komfort uživatelů, ale také jejich zdraví.

Další nevýhodou kontejnerů je jejich neefektivní přeprava. V případě obytných buněk, které se dodávají bez vnitřního vybavení, je přepravován prázdný nevyužitý objem uvnitř kontejneru. Obytné kontejnery se často vyrábí ve větších rozměrech než je běžná ISO řada, takže je nutné je přepravovat v režimu nadměrné přepravy, což dopravu dělá opět méně efektivní. [19] [46] Kontejner je ale zároveň téměř nutné vyrobit v nadlimitních rozměrech, aby byla zajištěna komfortní velikost vnitřního prostoru, zejména světlá výška místnosti. Někteří výrobci dopravují kontejnery speciálními nákladními automobily vytvořenými přímo pro tento účel, což má negativní vliv na efektivitu samotného dopravního prostředku i na efektivitu přepravy. [46]



Obr. 2.1.3 Budova z obytných buněk pro sociální bydlení [47]

2.2 Systémy pro zajištění hygieny evakuovaných osob

Následující část obsahuje soupis variant mobilních hygienických zařízení a jejich stručnou charakteristiku. Popsané systémy zahrnují toalety, sprchy a umyvadla nebo umývací žlaby. Zařizovací předměty mohou být samostatné ve formě malých mobilních zařízení, nebo mohou být umístěny do hromadné, případně individuální hygienické buňky.

2.2.1 Malá mobilní zařízení pro venkovní použití

Tato zařízení mají široké uplatnění i mimo nouzové ubytování (veřejné akce, staveniště a jiná dočasná pracoviště...). Typicky se jedná o hromadné umývací žlaby vyžadující přípojku vody z vodovodu nebo nádrže a jednotlivé mobilní toalety s integrovanou nádrží na splašky. [48]

Zařízení jsou velmi jednoduchá, ale nejsou univerzálně použitelná pro všechny možné podmínky. Splaškové vody z toalet je nutné pravidelně odvážet (nebo měnit celé buňky), takže s dlouhodobějším intenzivním používáním klesá efektivita zařízení. Z hlediska provozu se jedná téměř výhradně o hromadná hygienická zařízení.



Obr. 2.2.1 Mobilní toaleta [49]

2.2.2 Hromadné hygienické buňky

Hromadná hygienická zařízení v kontejnerech nabízejí jak poskytovatelé malých mobilních zařízení, tak i výrobci obytných buněk. V jednom kontejneru je zpravidla instalováno zařízení pro jeden typ provozu (pouze umyvadla nebo žlaby, WC + umyvadla, sprchy + umyvadla). Buňka je schopná samostatného provozu (není nutné provádět žádné instalace) po připojení na zdroj vody a zajištění odvodu splaškových vod. V případě sprch vyžaduje kontejner připojení teplé a studené vody, protože zpravidla nemá vlastní ohřívač. Splašky je možné odvádět přímo do veřejné kanalizace (pokud to dané místo umožňuje) nebo akumulovat v tzv. fekálním tanku. Ten má podobu nízkého kontejneru a lze instalovat jako podstavec hygienického kontejneru nebo před hygienický kontejner, kde vytváří rovnou vstupní plochu. Stejně jako v případě jednotlivých mobilních toalet je splašky nutné pravidelně odčerpávat nebo pravidelně měnit celý fekální tank. [19] [50]

Nevýhodou těchto buněk je, že se stále jedná o hromadné hygienické zařízení, což má zvláště při dlouhodobém využívání vliv na komfort evakuovaných osob. Protože kontejner slouží pro větší množství uživatelů, bývá často osazen zvlášť od obytných buněk a je nutné do něj vstupovat zvenku. [50]



Obr. 2.2.2 Sanitární buňka s fekálním tankem [51]

2.2.3 Individuální hygienické buňky

Jedná se o koupelny obsahující všechny potřebné zařizovací předměty pro užívání několika málo osobami. Zařízení je instalováno do malého kontejneru (např. ISO 1D

o délce 2 991 mm [2]) a výrobce ho dodává jako součást sestavy společně s obytnými buňkami. Hygienické zařízení je možné kombinovat i s kuchyňkou a obytným prostorem v rámci jednoho kontejneru. Pro provoz buňky je opět nutné zajistit přípojku studené a teplé vody (pokud buňka nemá vlastní ohřívač vody) a odvod splaškových vod. [19]

Nevýhoda návaznosti hygienické buňky na obytnou je ve většině případů odstraněna, protože hygienická buňka je určena k přímému připojení na obytnou. [19] Také se nejedná o hromadné hygienické zařízení, naopak je zajištěna poměrně vysoká míra komfortu a soukromí při užívání zařízení. Nevýhodou jsou náklady na pořízení buněk (ke každé obytné buňce je nutné připojit individuální hygienickou buňku). Větší množství kontejnerů pak zabírá větší prostor nejen v rámci stavby, ale také při dopravě a skladování.



Obr. 2.2.3 Pohled do koupelny tvořené hygienickou buňkou [52]

2.3 Mobilní technická a technologická zařízení

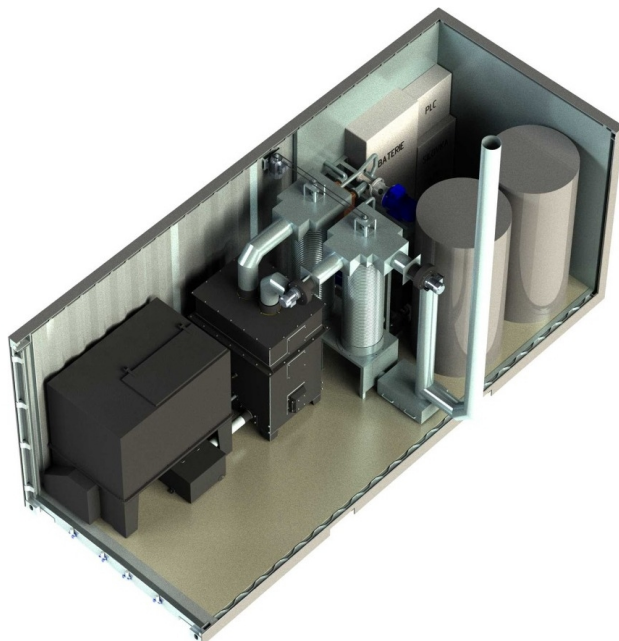
V následujících kapitolách jsou stručně popsány mobilní zdroje energie, vody, způsoby likvidace odpadních vod pro mobilní zařízení a dočasné stavby a technologická zařízení Armády České republiky (AČR). Jedná se buď o zařízení skutečně používaná při krizových situacích, nebo mobilní zařízení, která by v krizových situacích byla potenciálně použitelná.

2.3.1 Zdroje elektřiny a tepla

Pro účely nouzového ubytování využívá Armáda České republiky jako jedna ze složek IZS nejčastěji dieselové agregáty v samostatné formě nebo ve formě energetických kontejnerů (pouze výroba elektřiny, maření tepla). [20] [43] Mimo to jsou pro AČR k dispozici energetické kontejnery Alfons od výrobce armádních kontejnerů Variel, které vyrábějí elektřinu z obnovitelných zdrojů (jsou vybaveny fotovoltaikou a větrnou turbínou) a umožňují akumulaci elektřiny. [21]

Další v ČR dostupnou možností je mobilního zdroje elektřiny a tepla jsou zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET) instalované v kontejnerech nebo přívěsech. Téměř výhradně se ale jedná o zařízení spalující fosilní paliva (naftu, lehký topný olej, zemní plyn). [53] [54] Výjimkou je zařízení Wave vyvíjené na UCEEB ČVUT v Praze. Jedná se o kogenerační jednotku, která umožňuje spalovat různé druhy biomasy a pro výrobu elektřiny využívá organického Rankinova cyklu. [55] [56] Její nevýhodou je ovšem velmi malý elektrický výkon v poměru k tepelnému výkonu.

Pro samostatnou výrobu tepla je možné využít v ČR dostupné kontejnerové kotelny, z nichž většina je určena pro spalování topných olejů, ale je možné zajistit i kotelnu na biomasu (většinou dřevěné pelety nebo dřevní štěpku). [57] [58]



Obr. 2.3.1 Kontejnerové provedení kogenerace Wave [56]

2.3.2 Zdroje pitné vody

Pitnou vodu je možné přepravovat pomocí běžných i armádních cisteren. Dostupné jsou i kontejnerové cisterny, tedy cisterny instalované v kontejnerovém rámu (zpravidla ISO 1C). Výhodou je to, že při dlouhodobějším odběru vody z cisterny nemusí stát vozidlo s cisternou na daném místě, ale kontejnerovou cisternu lze složit a vozidlo použít pro další úkoly (nosič kontejnerů je univerzální). [16]

AČR také disponuje kontejnery na přepravu a akumulaci pitné vody, kde kvalitu vody udržuje pravidelné přečerpávání a čištění vody v úpravně, která je součástí kontejneru. Vodu může získávat z tlakového zdroje (např. vodovodu) nebo čerpáním z cisterny, studny či jiného zdroje pitné vody. Tento kontejner vyžaduje elektrickou přípojku. [22]

Vodu lze odebírat z povrchových zdrojů a upravovat na pitnou v mobilních úpravkách vody, které jsou v nabídce několika výrobců v ČR. Technologie vodárny mohou být instalované v kontejnerech ISO 1D, ISO 1C i ISO 1A, velikost je dána mimo jiné požadovanou kapacitou výstupu pitné vody v m³ za den. Kontejner vyžaduje elektrickou přípojku a potrubí ke zdroji vody opatřené sacím košem (externí čerpadlo není v běžných případech potřeba). Provoz úpravně vody je plně automatický. [23]

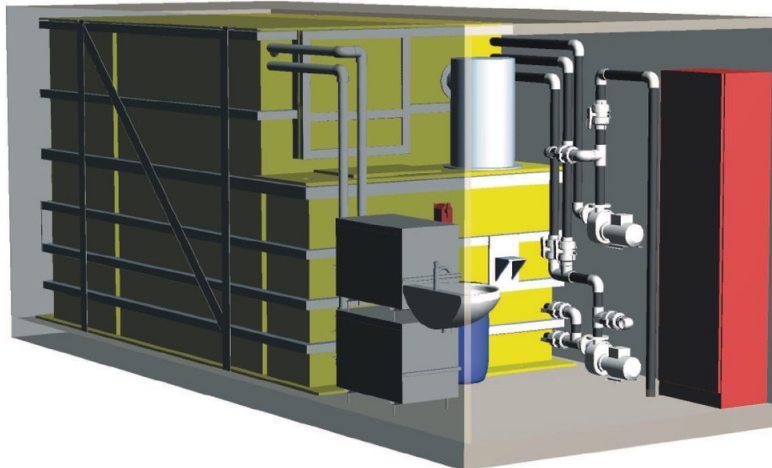


Obr. 2.3.2 Univerzální mobilní úpravně vody UMUV 1 ve vybavení AČR [23]

2.3.3 Likvidace odpadních vod

Vody akumulované ve fekálních tancích je možné odvážet do veřejných čistíren odpadních vod buď přímo v tancích na nosiči kontejnerů, nebo po jejich přečerpání běžným fekálním vozem. [16]

Přímo v místě vzniku lze splaškové vody likvidovat v mobilních čistírnách odpadních vod, které jsou v nabídce několika výrobců v ČR. Veškeré potřebné vybavení je instalováno v sestavě dvou kontejnerů o velikosti ISO 1CC. Provoz vyžaduje elektrickou přípojku, přívod splaškových vod, odvod přečištěné vody a odběr kalu a mechanických nečistot. [24]



Obr. 2.3.3 Kontejnerová čistírna odpadních vod AS-ISO MBR – kontejner s technologiemi ČOV [24]

2.3.4 Technologická vybavení AČR pro hromadné stravování

Armáda je vybavena kontejnerovými sestavami varna + výdejna stravy. Technologie varny jsou instalované v jednom ISO 1C kontejneru a pro svoji funkci vyžaduje přípojku elektřiny, studené vody a odvod splaškových vod. Technologie pro výdej stravy jsou instalované v druhém ISO 1C kontejneru, který slouží k přímému napojení na kontejner varny a potřebné energie a vodu odebírá z kontejneru varny. Výdejna stravy nezahrmuje žádné prostory pro strážníky (jídla jsou vydávána oknem do venkovního prostoru, kde je možné zřídit přístřešek). Kapacita této sestavy je 3x 200 jídel denně. [25] [26] [82]



Obr. 2.3.4 Sestava kontejnerů varna + výdejna stravy včetně připojených stanů a fekálních tanků [59]

3. Návrh komplexu nouzového bydlení (EDHC)

3.1 Vymezení účelu, funkce a podmínek pro použití navrhovaného komplexu

Práce respektuje aktuálně používané systémy pro ochranu evakuovaných osob a jejich výhody. Cílem je tedy přinést návrh komplexu s takovým časovým zasazením do systému ochrany evakuovaných osob, aby co nejvíce eliminoval nevýhody v současnosti používaných systémů (velká spotřeba energie, využívání fosilních paliv, nevhodné vnitřní prostředí, nedostatek soukromí, nevyřešená návaznost na hygienické zařízení a další zařízení spojená se zajištěním nouzového ubytování), zatímco jejich největší výhody budou zachovány (dostupnost a možnost rychlého uvedení do provozu, relativně nízké pořizovací náklady). Nasazení komplexu by mělo být prováděno Armádou České republiky, která dokáže efektivně zkombinovat vlastní vybavení (aktuálně používané systémy pro ochranu evakuovaných osob a související technické vybavení) s prvky komplexu navrhovanými v této práci. Komplex nouzového bydlení jako celek by pak měl být armádou poskytován jako služba pro starosty obcí, jejichž úkolem je zajistit připravenost obce na řešení krizových situací. [1]

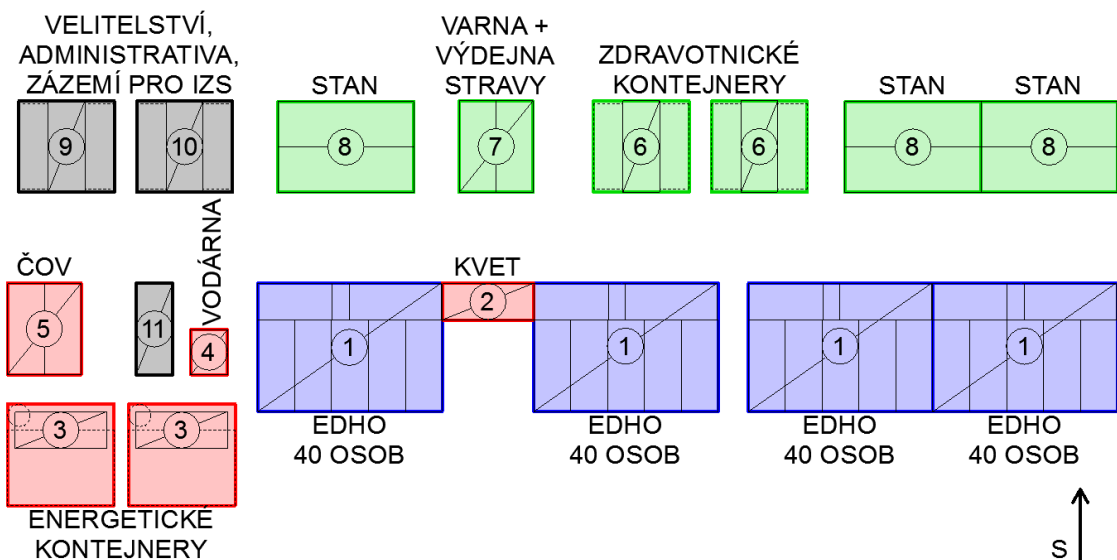
Navržený komplex nouzového bydlení (*Emergency Disaster Housing Complex – EDHC*) je sestava buněk zajišťující základní potřeby evakuovaných osob a pracovníků zapojených do IZS. Je určen k rychlé montáži a uvedení do provozu při vzniku takové krizové situace, při které je nutno evakuovat obyvatelstvo a poskytnout nouzové bydlení těm, kteří se v daném čase nemohou vrátit do svých domovů, ani se nemohou dočasně ubytovat např. u příbuzných. Komplex by pak měl sloužit jako náhradní bydlení (nouzové a sociální) do té doby, než si ubytované osoby zajistí nové nebo obnoví své původní bydlení.

Základní funkcí EDHC je zajištění bydlení a hygieny evakuovaných osob. K tomu slouží objekt nouzového bydlení (*Emergency Disaster Housing Object – EDHO*), který může být po připojení na veřejné sítě (pitná voda, odvod splaškových vod, elektřina a teplá voda) provozován i samostatně. Uspořádání objektů nouzového bydlení v rámci EDHC by mělo umožňovat variabilní změny kapacity celého komplexu změnou počtu EDHO (kapacita je vždy násobkem 40 osob). Mimo to ale může být součástí EDHC hromadné poskytování stravy a zdravotnická péče. Připojené stany neslouží primárně pro ubytování, ale pro shromažďování osob nebo poskytují přídavný prostor pro zdravotníky. V případě naplnění kapacity objektů nouzového bydlení mohou sloužit jako dočasný úkryt dalším evakuovaným osobám.

EDHC musí umožňovat provoz nezávislý na veřejných sítích, aby byl univerzálně umístitelný v oblasti mimořádné události, kde se potřebné sítě nemusí vyskytovat nebo mohou být vyřazeny z provozu. Proto jsou jeho součástí energetické kontejnery (kontejner Alfons poskytující elektřinu z OZE, KVET kontejner poskytující elektřinu a teplo pokud je zásobován bioplynem), mobilní zdroj pitné vody (voda dovážena v cisternách nebo kontejner s vodárnou upravující vodu z místního zdroje) a mobilní čistírna odpadních vod (pokud není zajištěn odvoz splašků). Tyto objekty nejsou nutnou součástí EDHC. Jsou potřebné pouze v případě, že EDHO nelze napojit na veřejné sítě.

Poslední součástí EDHC jsou kontejnery pro zajištění jeho funkce po organizační stránce (velitelství a zázemí pro IZS). Předpokládá se, že část zázemí pro IZS bude zajištěna ve specializovaných (např. zdravotnických) vozidlech přistavených k severní straně komplexu.

Funkční schéma EDHC ukazuje Obr. 3.1.1, jednotlivé součásti jsou vypsány v Tab. 3.1.1.



Obr. 3.1.1 Funkční schéma komplexu nouzového bydlení (M 1:500)

Tab. 3.1.1 Seznam součástí komplexu nouzového bydlení [21] [23] [24] [27] [25] [26] [42] [28] [18] [29]

| Označení | Zkratka | Název | Počet sestav | Počet kontejnerů v 1 sestavě | Původ |
|----------|---------|---|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 | EDHO | objekt nouzového bydlení | 1 až 4 | 15x ISO 1CC a ISO 1CX | nově navrženo v této práci |
| 2 | KVET | energetický kontejner se zařízením na kombinovanou výrobu elektřiny a tepla | 1 | 2x ISO 1CC a ISO 1CX | nově navrženo v této práci |
| 3 | Alfons | energetický kontejner Alfons | 1 až 2 | 1x rozkládací ISO 1C | vybavení AČR, výrobek Variel |
| 4 | UMUV 1 | mobilní úpravna vody | 0 až 1 | 1x ISO 1D | vybavení AČR, výrobek Vodaservis |
| 5 | ČOV | mobilní čistírna odpadních vod | 0 až 1 | 2x ISO 1CC | výrobek Asio |
| 6 | | zdravotnický kontejner | 0 až 2 | 1x výsuvný ISO 1C | vybavení AČR, výrobek Variel |
| 7 | | varna a výdejna stravy | 0 až 1 | 4x ISO 1C a ISO 1CX | vybavení AČR, výrobek Variel |
| 8 | stan | armádní stan vzor S65 | 1 až 3 | 0 | vybavení AČR |
| 9 | | velitelský kontejner | 1 | 1x výsuvný ISO 1C | vybavení AČR, výrobek Variel |
| 10 | | ubytovací kontejner pro IZS | 1 | 1x výsuvný ISO 1C | vybavení AČR, výrobek Variel |
| 11 | | sanitární buňka pro IZS | 1 | 2x ISO 1C a ISO 1CX | vybavení AČR, výrobek Variel |

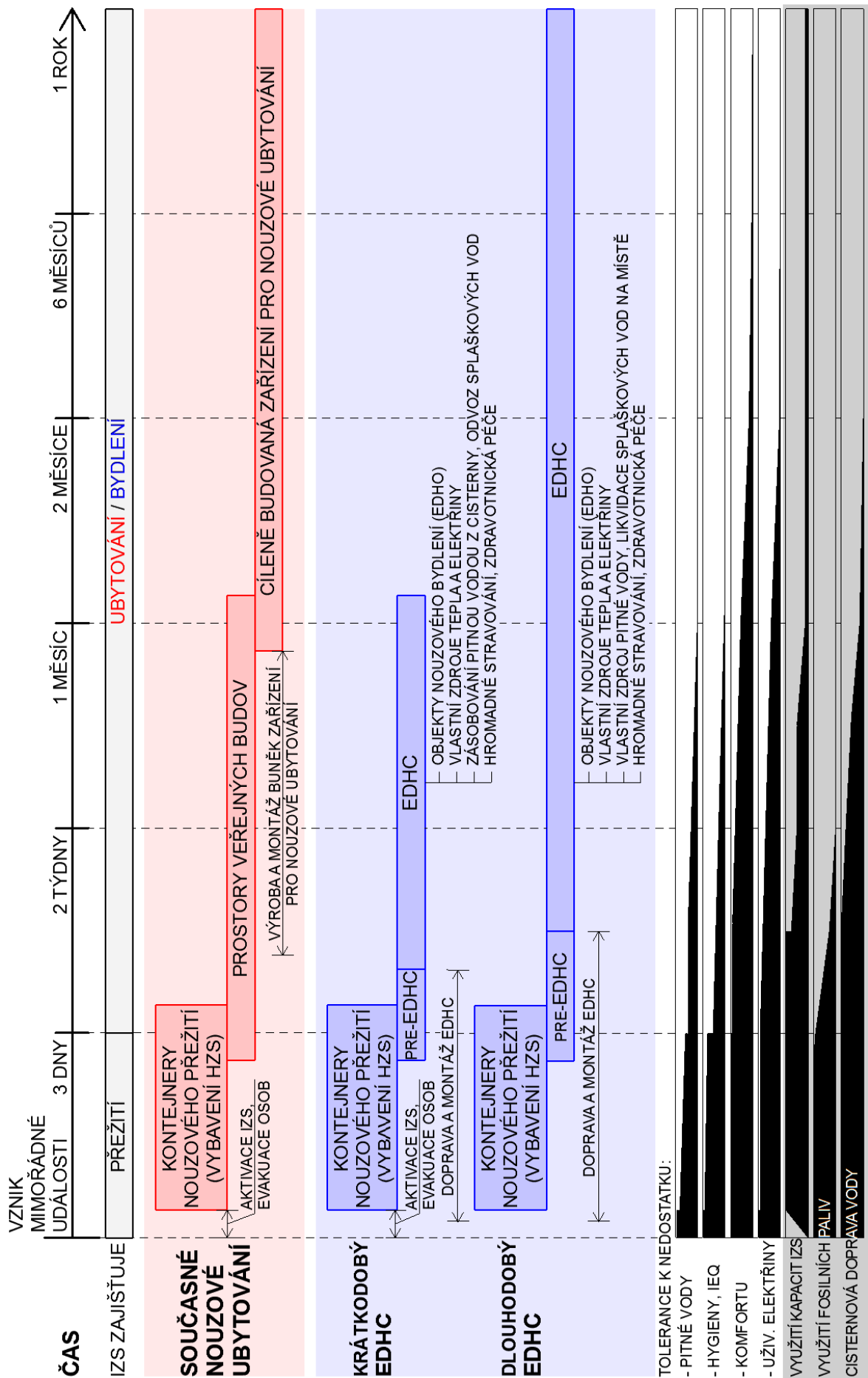
3.2 Časové souvislosti použití komplexu nouzového bydlení

Na *Obr. 3.2.1* je vlastní grafická interpretace událostí po vzniku mimořádné události (vše za předpokladu, že se jedná o takovou situaci, kdy je nutné části evakuovaného obyvatelstva poskytnout na určitou dobu nouzové bydlení). V horní části obrázku je nelineární časová osa. První 3 dny od vzniku krizové situace jsou označeny jako „přežití“, tzn. primárním cílem IZS v tomto časovém rozmezí je evakuace a ochrana obyvatel. Druhá část časové osy je označena jako „ubytování / bydlení“, protože zájmem IZS je poskytnout ochranu evakuovaným osobám, které se nemohou vrátit do svých domovů a nemohou ani využít ubytování např. u svých příbuzných. Bydlením jsou v tomto případě myšleny oba z termínů nouzové a sociální bydlení, protože se v tomto časovém intervalu mohou prolínat (nouzové bydlení přechází v sociální ve chvíli, kdy je využíváno pouze lidmi, kteří nemají dostatečné prostředky například k obnově svého původního bydlení).

První sekce na *Obr. 3.2.1* označená červenou barvou ukazuje jeden z možných postupů IZS při zajištění nouzového ubytování a sociálního bydlení v současné době, s aktuálně dostupnými systémy. Je použit kontejner nouzového přežití popsáný v kapitole 2.1.1, dále prostory veřejných budov, které byly stručně charakterizovány v kapitole 2.1.2, a následně pro dlouhodobé nouzové ubytování nebo sociální bydlení komplex z obytných a hygienických buněk, o nichž pojednávají kapitoly 2.1.3 a 2.2.2.

Druhá sekce na *Obr. 3.2.1* označená modrou barvou zavádí navrhovaný komplex nouzového bydlení ve dvou „časových variantách“. Rozdíly mezi nimi jsou popsány v následující kapitole. Nasazení EDHC předpokládá předchozí zajištění přežití a krátkodobou ochranu evakuovaných obyvatel pomocí některého z dostupných prostředků – např. kontejneru nouzového přežití. Během toho je nutné vyhledat místo pro sestavení EDHC, dopravit na místo kontejnery a začít s montáží. Už od určité fáze montáže je možné evakuované obyvatele ubytovat v již kompletních objektech nouzového bydlení (EDHO), zatím co probíhá montáž ostatních částí komplexu. Tento stav je na obrázku označen jako PRE-EDHC (předběžné obsazení komplexu nouzového bydlení) a znamená, že ubytovaným osobám nemusí být v tomto časovém úseku k dispozici všechny služby (včetně např. dodávky elektřiny, pitné vody), které jsou součástí kompletního EDHC. Po dokončení všech zbývajících částí a uvedení do provozu lze komplex využívat plnohodnotně se všemi zajištěnými službami. Některé služby (např. zdravotnická péče) se mohou v průběhu používání EDHC měnit, např. kapacitně.

Ve spodní části *Obr. 3.2.1* jsou graficky znázorněny předpokládané tolerance ubytovaných osob, IZS a společnosti (obecné tolerance). Grafické vyjádření je relativní (0 – 100 %). Nevyplněná část pruhu znamená nulovou toleranci (např. pro nedostatek pitné vody, tzn. všichni musí mít přístup k dostatečnému množství vody). Plně vyplněný pruh naopak znamená, že v daném časovém úseku budou všichni ubytovaní plně tolerovat např. nedostatek komfortu, protože se jedná o nouzovou situaci.



Obr. 3.2.1 Časové souvislosti použití komplexu nouzového bydlení

3.3 Varianty komplexu nouzového bydlení dle časové aplikace, kapacity a uspořádání

3.3.1 Dlouhodobý a krátkodobý EDHC

Na grafickém vyobrazení v předchozí kapitole jsou vidět 2 varianty EDHC z hlediska doby provozu. Dlouhodobá varianta by se měla více blížit běžné budově, zejména z hlediska zajištění energie, pitné vody a likvidace odpadních vod. Proto je dlouhodobý EDHC plně vybaven technologickými kontejnery, jejichž pořízení a uvedení do provozu začíná být efektivní právě při dlouhodobé a dostatečně intenzivní činnosti. Za předpokladu, že EDHC nelze připojit na veřejné sítě, je komplex vybaven energetickými kontejnery, mobilní vodárnou (podmínkou je přítomnost povrchového nebo jiného zdroje vody) a mobilní ČOV.

Naproti tomu v krátkodobé variantě EDHC, kde by použití mobilní vodárny a ČOV bylo neefektivní, je uvažováno s pravidelnými dodávkami pitné vody v cisternách a pravidelným odvozem splaškových vod fekálními vozy. Efektivita tohoto řešení klesá s četností a dobou, po kterou jsou tyto služby zajišťovány. Proto je důležité před každým nasazením EDHC správně odhadnout, po jakou dobu bude provozován, a podle toho zvolit variantu dlouhodobou (s kontejnery) nebo krátkodobou (s cisternami). Krátkodobý EDHC je však možné dodatečně upravit na dlouhodobý, a to reorganizací prostoru technologických kontejnerů (energetické kontejnery Alfons, sanitární buňka pro IZS) s doplněním mobilní úpravní vody a mobilní ČOV.

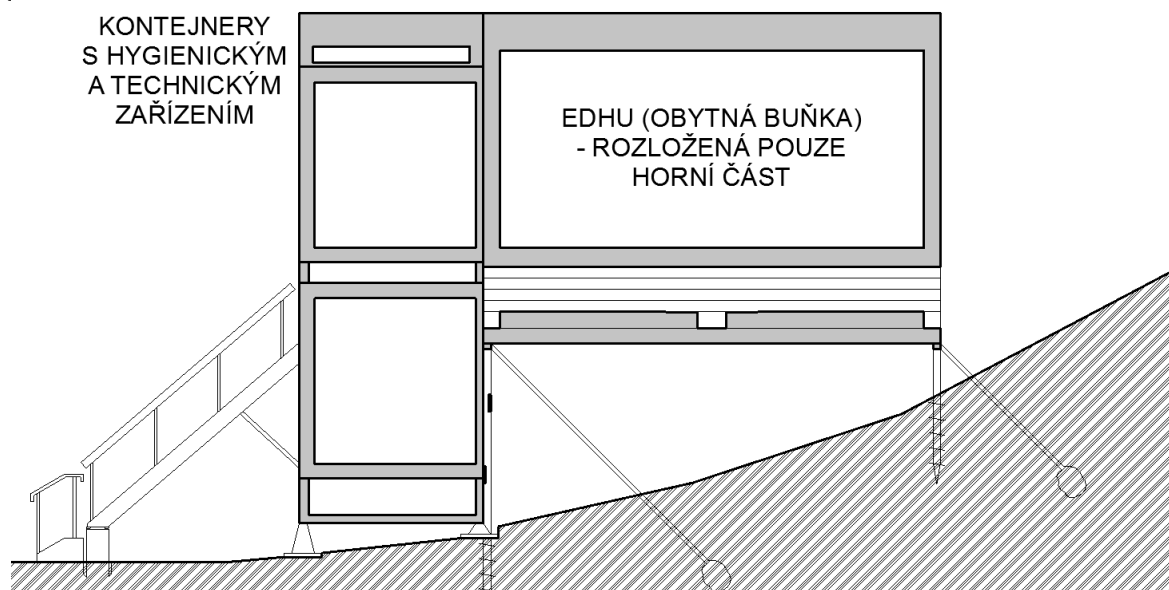
3.3.2 Kapacita EDHC

Kapacita (počet ubytovaných evakuovaných osob) komplexu odpovídá počtu nasazených EDHO, přičemž jeden objekt může pojmout max. 40 osob. Smysluplné je využití jednoho až čtyř objektů nouzového bydlení. Komplex nouzového bydlení tedy může mít kapacitu 40, 80, 120 nebo 160 osob. Změnami počtu EDHO se může měnit kapacita komplexu v průběhu jeho provozu.

Zapojení dalších objektů (nad 4 ks) do jednoho EDHC není vhodné, protože v takovém případě nemusí dostačovat kapacita mobilního technického zařízení komplexu (viz výpočty v kapitole 7.) Při potřebě poskytnout bydlení pro více než 160 osob je vhodné vybudovat více EDHC (se zohledněním výkonu KVET kontejneru, kapacity mobilní úpravní vody, mobilní ČOV a armádní sestavy varna + výdejna stravy).

Místní podmínky v lokalitě, kde má být EDHC vybudován, mohou zapříčinit změnu kapacity, pokud si vynutí změnu samotného EDHO, případně EDHC. Názorným příkladem může být velký sklon terénu, při kterém bude vhodné využívat pouze jednu část rozkládacích obytných buněk (*Emergency Disaster Housing Unit – EDHU*), tj. ponechat jejich spodní polovinu složenou. Tuto situaci ukazuje obrázek Obr. 3.3.2. Kapacita EDHO by se v tomto případě snížila na polovinu. Při této konfiguraci terénu by tedy nejmenší kapacitní varianta EDHC měla kapacitu 20 osob. Vzhledem k výrazně složitějšímu systému založení buněk je však vhodné se takovému umístění EDHO vyhnout.

Za předpokladu, že by pro kapacitu EDHC byla určující jiná část komplexu, než je bydlení (např. zdravotnická péče), je nejvhodnější upravit kapacitu (počet kontejnerů) této části v rámci jednoho EDHC (např. zvýšit počet zdravotnických kontejnerů, které jsou součástí jednoho EDHC).

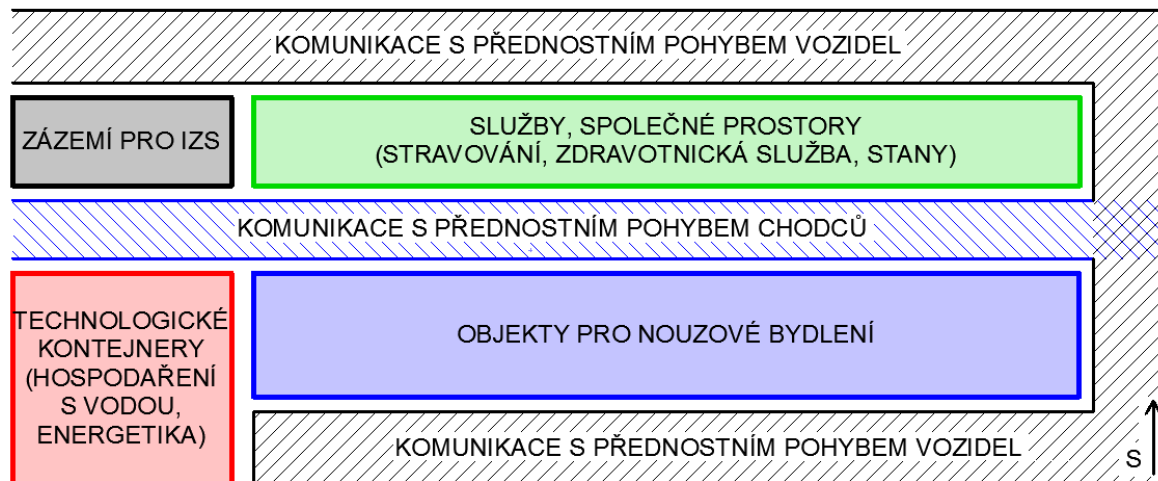


Obr. 3.3.2 Možnost uspořádání objektu nouzového bydlení při velkém sklonu terénu (M 1:100)

3.3.3 Uspořádání EDHC

Různé možnosti uspořádání EDHC umožňují jeho nasazení na různých místech, čímž podporují univerzálnost navrhovaného systému.

Z hlediska rozmístění kontejnerů, které tvoří komplex nouzového bydlení lze rozlišit dvě základní tvarové varianty EDHC: lineární uspořádání a blokové uspořádání. Při konkrétní mimořádné události je vhodné vycházet z jedné z těchto variant, a to s ohledem na prostorové možnosti vybraného místa pro nasazení komplexu (dostatek prostoru, spíše podélný nebo spíše centrální charakter volné plochy) a s ohledem na celkovou plánovanou kapacitu zařízení pro nouzové bydlení. Ve specifických prostorových podmínkách je možné kombinovat dva základní principy představené na následujících obrázcích.

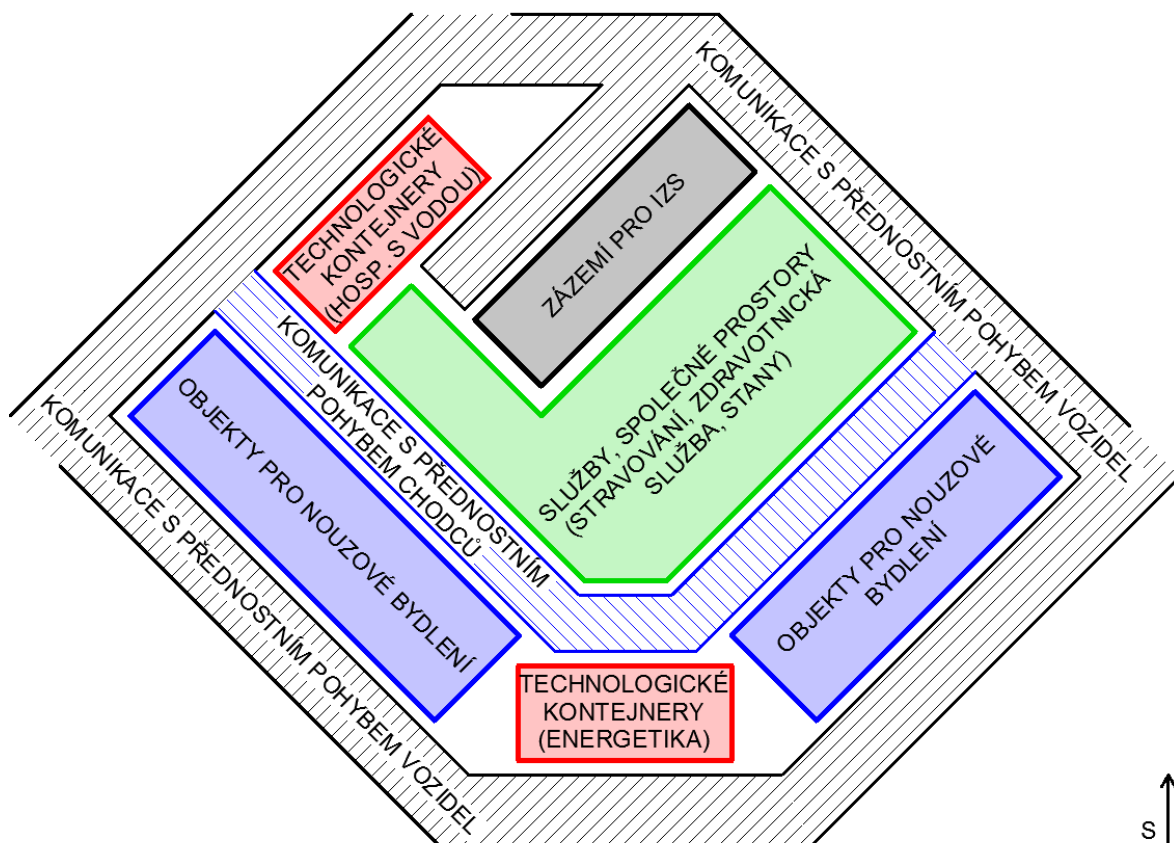


Obr. 3.3.3.1 Schéma lineárního uspořádání komplexu nouzového bydlení

V lineární variantě vytváří v jedné řadě řazené objekty nouzového bydlení základní linii, jak ukazuje Obr. 3.3.3.1. Ideální orientace EDHO je vstupem (hygienickými buňkami) na sever a okny (obytnými buňkami) na jih. Podél řady objektů nouzového bydlení jsou vedeny dopravní pruhy – na severní straně prostor pro pohyb osob, na jižní straně linie pro pohyb vozidel, zejména zásobování EDHO (palivo a pitná voda). Na prostor pro pěší navazuje linie objektů pro hromadné stravování a zdravotnickou péči. Severní část této linie by měla opět sloužit pro pohyb a stání vozidel, v tomto případě zásobování varny a vozidla a vybavení zdravotníků. Technologické kontejnery a objekty zázemí pro IZS jsou blokově vyčleněny mimo linie, aby nevytvářely překážku dopravě a nezastiňovaly obytné buňky.

V případě využití lineárního uspořádání EDHC je předpokladem, že případné další EDHC (navýšení kapacity) budou řazené lineárně, podle stejného rozvržení a tak, aby linie navazovaly na ostatní EDHC. Liniové uspořádání je vhodné pro velkokapacitní nouzové bydlení na jedné ploše (větší počet EDHC), dále pro umístění EDHC podél nebo na existujících komunikacích (silnice, dálnice, místní komunikace), nebo pokud si to vynutí místní podmínky (dostatek prostoru pouze v jednom směru, umístění komplexu ve svahu).

Při umisťování je nutné zohlednit orientaci ke světovým stranám – fasáda s okny obytných buněk a fotovoltaické plochy energetických kontejnerů by měly být orientovány ideálně na jih. Pokud nebude možné přiblížit se ideální orientaci komplexu, bude nutné provozovat zařízení pro výrobu tepla a elektřiny na vyšší výkon (viz kapitola 7.1.2), protože lze očekávat výrazně menší solární tepelné zisky (nutný vyšší výkon vytápění místností) a výrazně sníženou produkci elektřiny fotovoltaickým systémem (nutné nahradit kogenerační jednotkou).



Obr. 3.3.3.2 Schéma blokového uspořádání komplexu nouzového bydlení

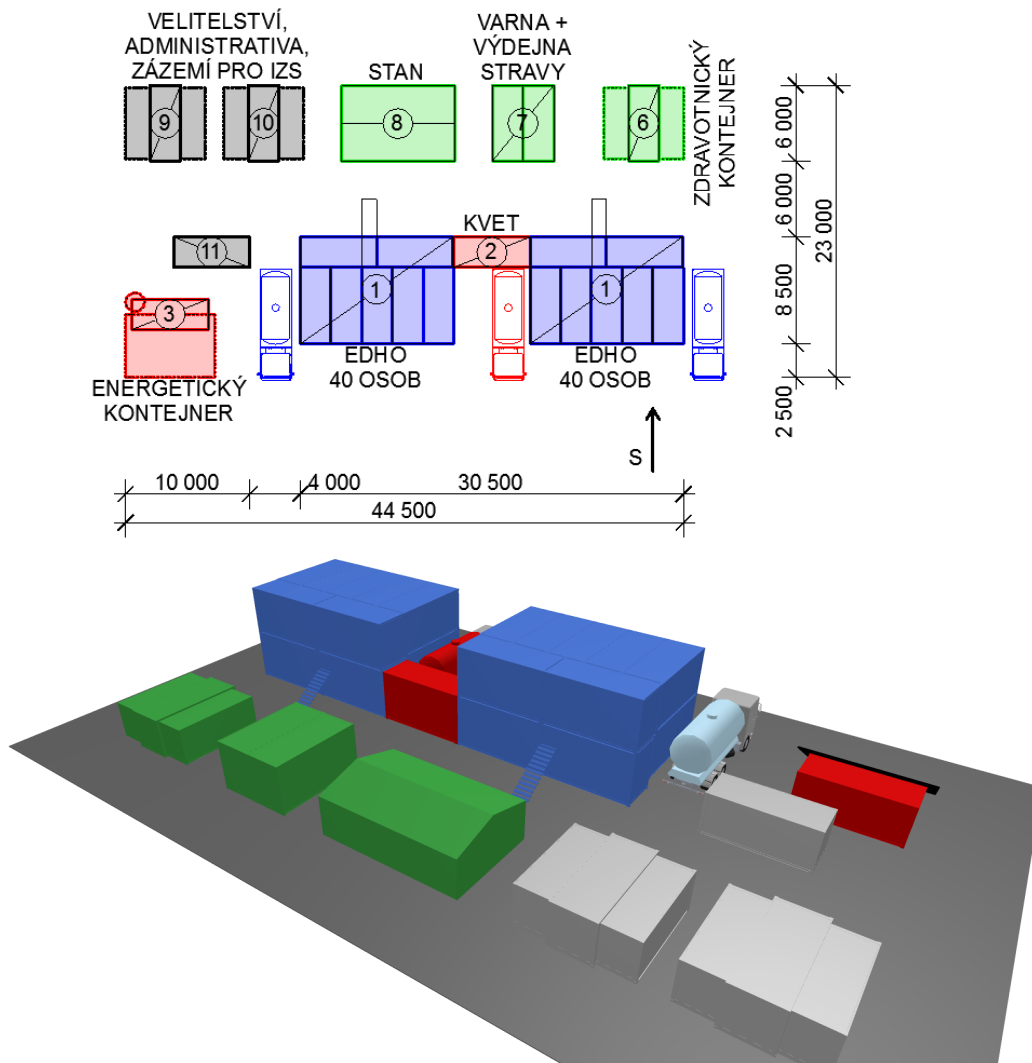
V blokové variantě, která je znázorněna na Obr. 3.3.3.2, jsou dvojice EDHO uspořádané kolmo k sobě. Mezi nimi vzniká prostor pro umístění energetických kontejnerů Alfons, které jsou svojí fotovoltaickou plochou orientované ideálně na jih, zatímco okna obytných buněk směřují k jihovýchodu a k jihozápadu. Prostor pro pohyb osob je vymezen na severovýchodní a severozápadní straně objektů, prostor pro zásobování EDHO zůstává na jihu. Kolmo uspořádané EDHO vymezují obdélníkový prostor, jehož severní část by měla být využita pro všechny zbývající součásti EDHC. Další prostor pro pohyb vozidel je na severní straně obdélníkového bloku. Celý komplex v blokovém uspořádání je tak možné objíždět.

Blokové uspořádání se uplatní v prostoru, který svými omezenými rozměry znemožňuje použití lineární varianty EDHC nebo neumožňuje řadit více lineárních EDHC za sebou. Je vhodné pro méně kapacitní nouzové bydlení (jeden nebo několik málo EDHC).

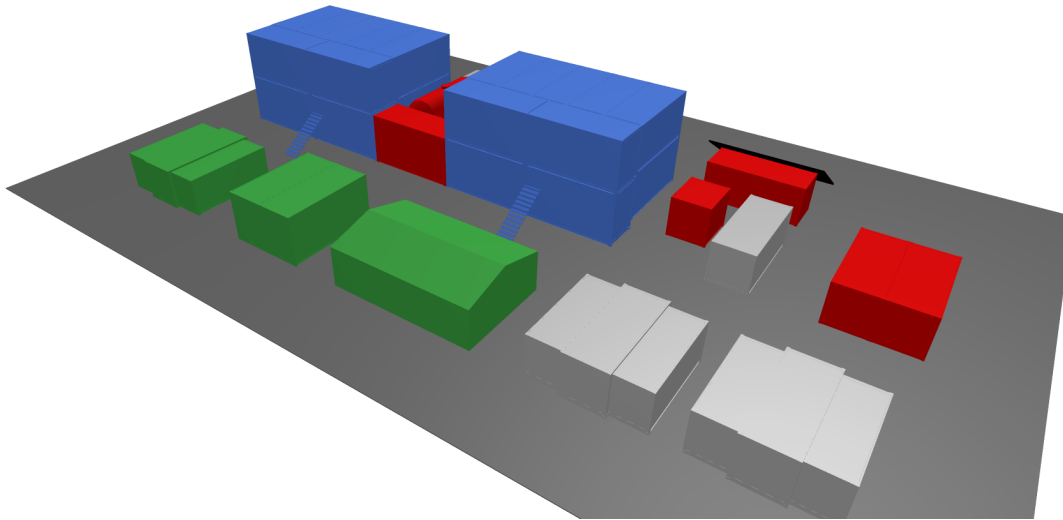
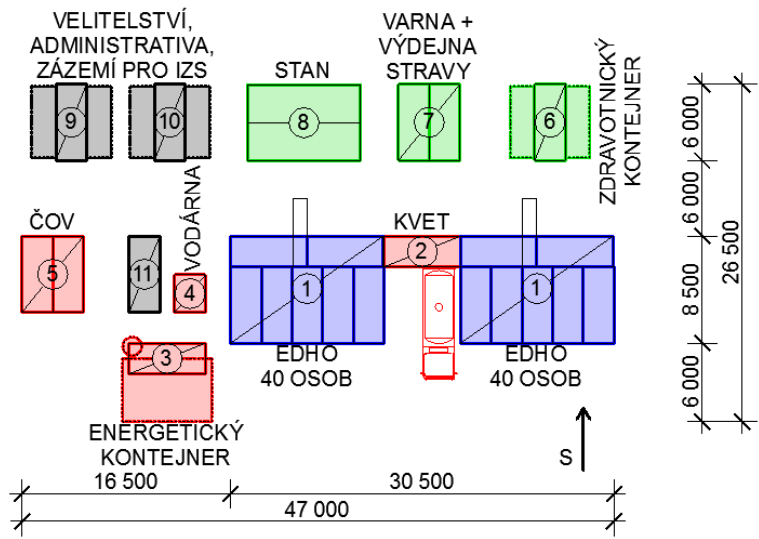
Při umísťování je nutné zohlednit orientaci ke světovým stranám – fotovoltaické plochy energetických kontejnerů Alfons by měly být orientovány ideálně na jih. Pokud nebude možné přiblížit se ideální orientaci komplexu, bude nutné provozovat zařízení pro výrobu tepla a elektřiny na vyšší výkon (viz kapitola 7.1.2), protože lze očekávat výrazně menší solární tepelné zisky (nutný vyšší výkon vytápění místností) a výrazně sníženou produkci elektřiny fotovoltaickým systémem (nutné nahradit kogenerační jednotkou).

3.3.4 Schémata variant EDHC

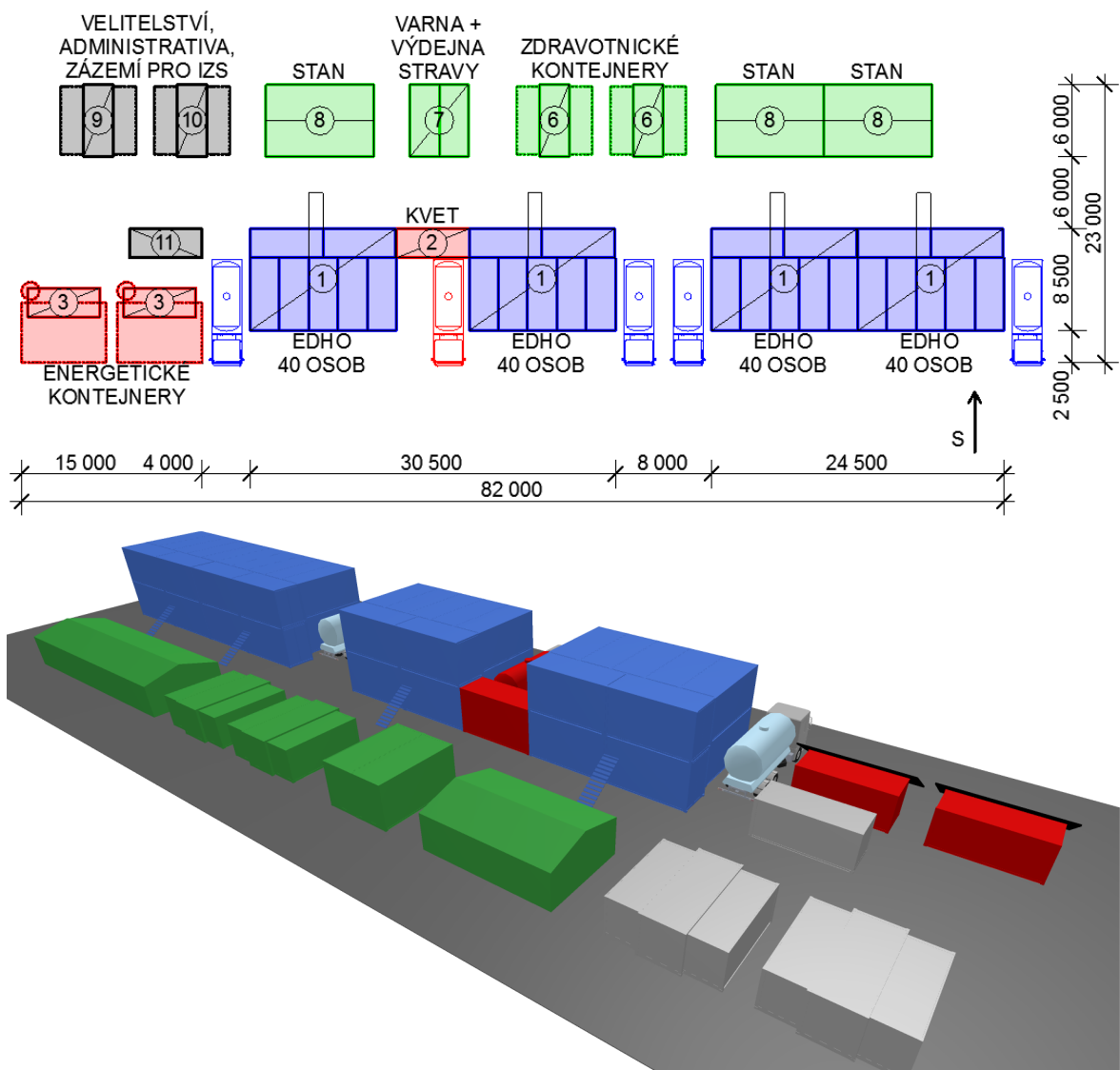
Na následujících obrázcích *Obr. 3.3.4.1* až *Obr. 3.3.4.6* jsou ukázány účelné kombinace variant komplexu nouzového bydlení z hlediska časové aplikace, uspořádání a kapacity. Tato schémata by měla být chápána jako výchozí pro návrh konkrétních EDHC při dané krizové situaci, jednotlivé prvky je však nutno přizpůsobit místním podmínkám. Číselná označení jednotlivých součástí komplexu se odkazují na jejich seznam v *Tab. 3.1.1*.



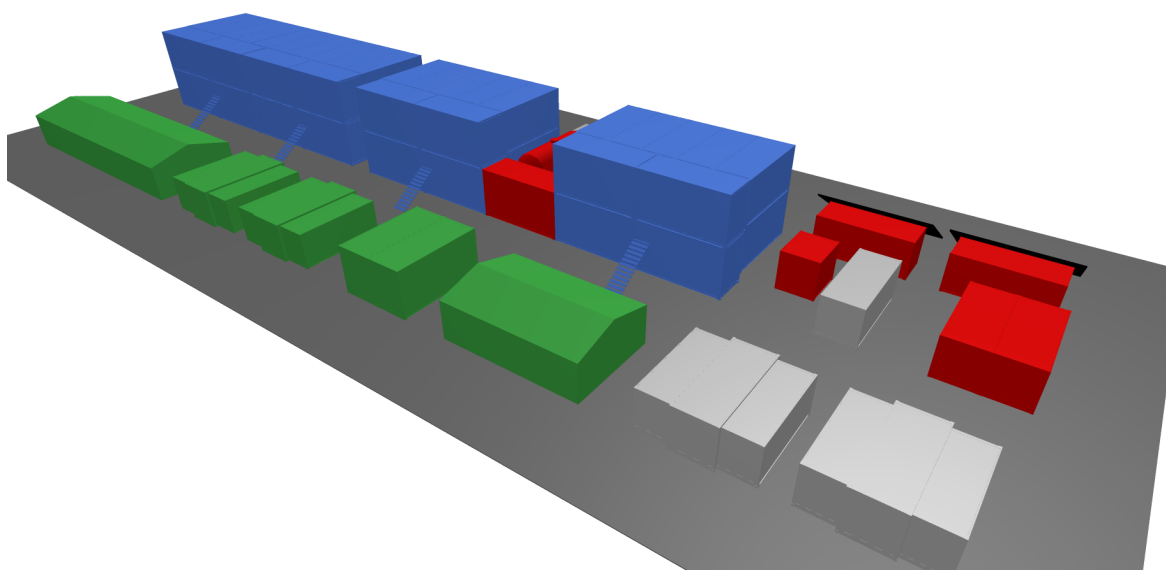
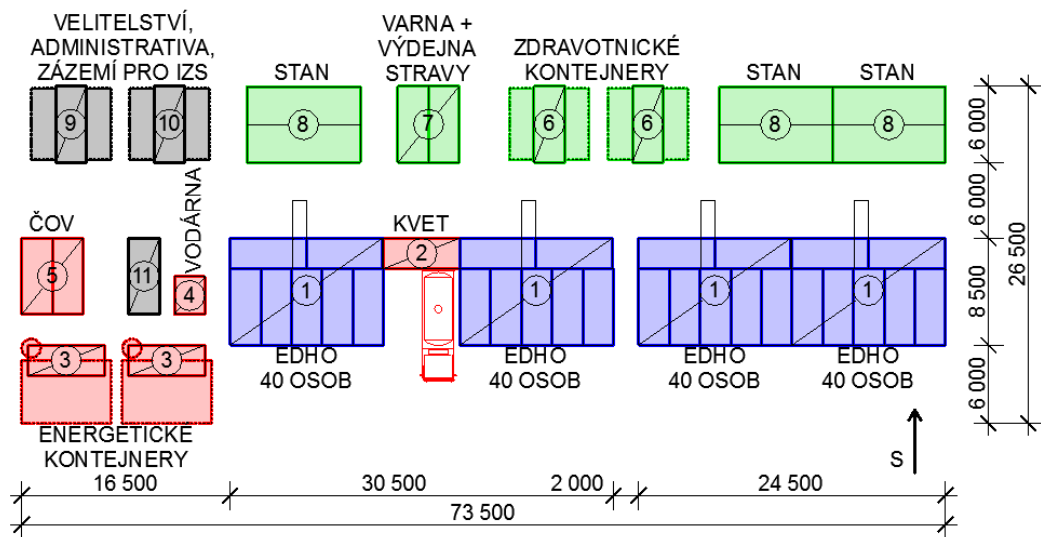
Obr. 3.3.4.1 Schéma EDHC v krátkodobé lineární variantě s „malou“ kapacitou 80 osob (M 1:600)



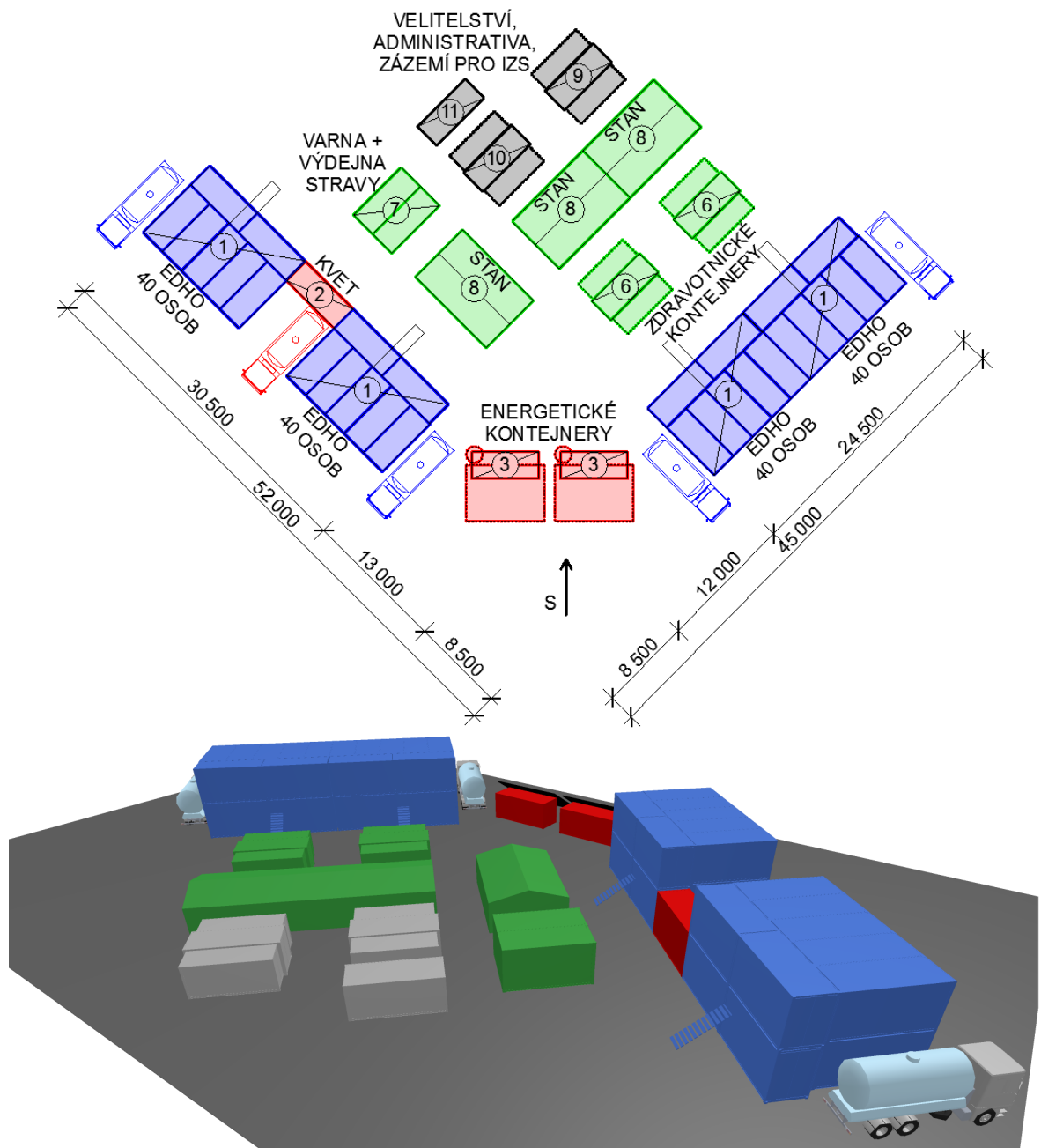
Obr. 3.3.4.2 Schéma EDHC v dlouhodobé lineární variantě s „malou“ kapacitou 80 osob (M 1:600)



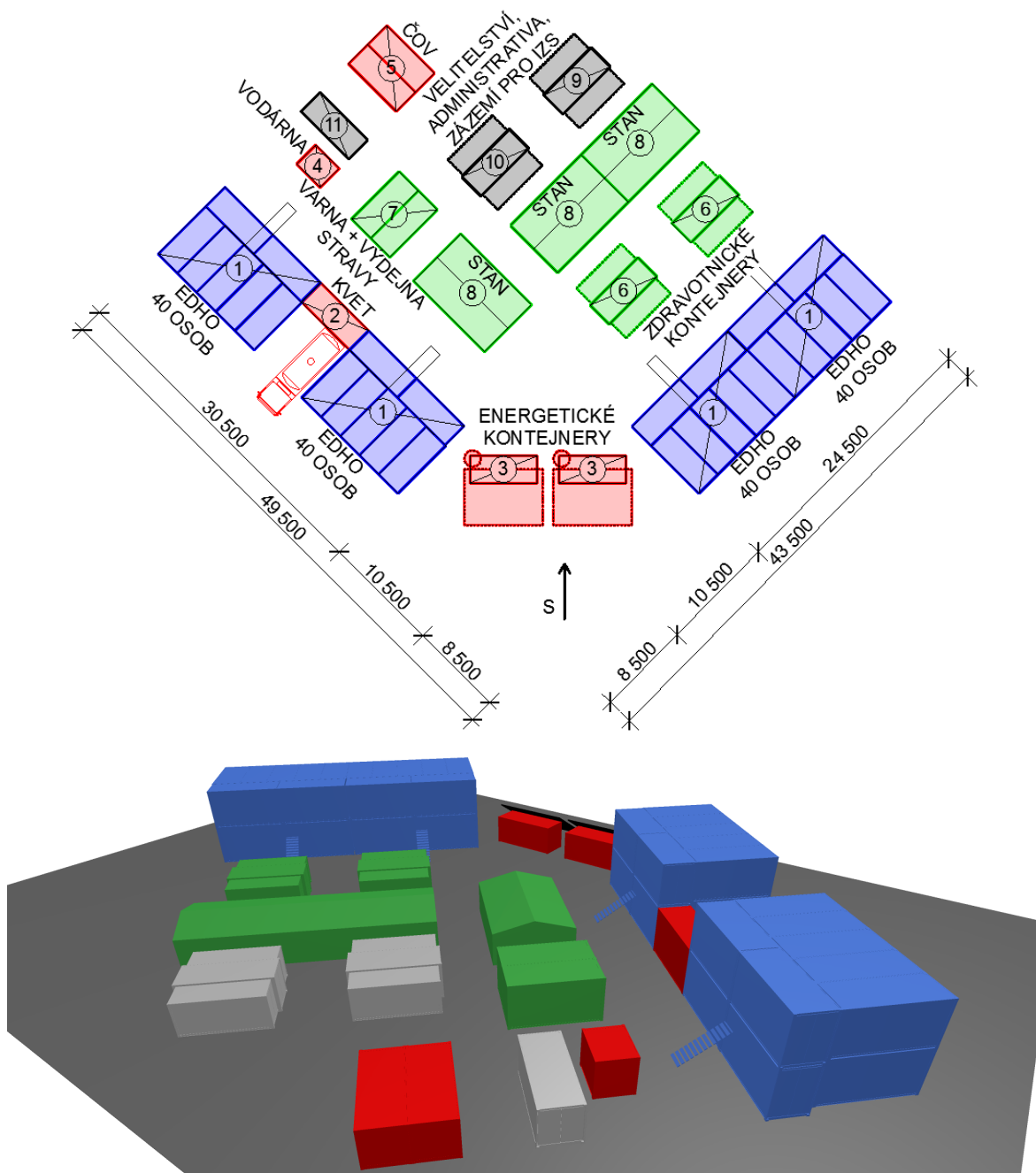
Obr. 3.3.4.3 Schéma EDHC v krátkodobé lineární variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600)



Obr. 3.3.4.4 Schéma EDHC v dlouhodobé lineární variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600)



Obr. 3.3.4.5 Schéma EDHC v krátkodobé blokové variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600)



Obr. 3.3.4.6 Schéma EDHC v dlouhodobé blokové variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600)

3.4 Existující vybavení součástí komplexu nouzového bydlení

V následujících kapitolách jsou popsána zařízení z Tab. 3.1.1, která je v současné době možno použít jako mobilní variantu běžného systému (např. čistírna odpadních vod), nebo se používají jako součásti současných opatření pro nouzové přežití. U každého zařízení jsou uvedeny údaje potřebné pro návrh ostatních součástí EDHC a pro bilanční výpočty (hospodaření s vodou a energií). Jsou popsány možnosti jednoduchých úprav zařízení, pomocí kterých by bylo docíleno úspor nebo hospodárnějšího využití energie. Údaje slouží jako podklad pro výpočty provedené v kapitole 7.

Dále jsou definovány požadavky na připojení zařízení do systému EDHC (napojení rozvodů). Cílem je, aby byly v celém komplexu použity jednotné potrubní a kabelové spojky. Pro napojení potrubních rozvodů je vhodný některý z typů bajonetových spojek. Pro napojení kabelových rozvodů by měly být použity běžné vidlicové spojky. Příklady obou spojek ukazují následující obrázky.



Obr. 3.4.0.1 (vlevo) Bajonetová púls spojka typu STORZ [60]

Obr. 3.4.0.2 (vpravo) Vidlicová spojka [61]

3.4.1 Energetický kontejner Alfons

Kontejner je do komplexu nouzového bydlení začleněn bez úprav, ve stavu, v jakém je v současnosti v nabídce výrobce armádních kontejnerů Variel. Jedná se o kontejner o velikosti ISO 1C, který produkuje elektřinu z obnovitelných zdrojů energie dostupných na daném místě (slunce, vítr). [21]

Systém je vybaven rozkládací fotovoltaickou plochou o celkovém špičkovém výkonu 9,2 kWp, která je tvořena 28 monokrystalickými fotovoltaickými panely. Sklon plochy je přibližně 45°. Skutečně produkovaná energie pak závisí na orientaci plochy ke světovým stranám, na klimatických podmínkách a počasí. Dalším vybavením je větrná turbína o špičkovém výkonu 4,5 kWp. Dle praktických zkušeností výrobce je však energie turbínou skutečně produkovaná ve většině případů zanedbatelná. Kontejner je doplněn záložním dieselovým generátorem o výkonu 11,2 kW. [21] [82]

Nerovnoměrnost produkce elektřiny během dne je částečně eliminována pomocí baterií (elektrochemických akumulátorů) o celkové kapacitě 1320 Ah a napětí 48 V. To znamená, že lze akumulovat maximálně 63,36 kWh elektrické energie. Výstupem z kontejneru Alfons jako celku je střídavé napětí 400 V, resp. 230 V s jmenovitou frekvencí 50 Hz. [21]

Připojení kontejneru do elektrické sítě EDHC bude provedeno vidlicovou spojkou.



Obr. 3.4.1 Energetický kontejner Alfons [21]

3.4.2 Mobilní úprava vody UMUV 1

EDHC využívá mobilní kontejnerovou úpravnu vody UMUV 1 (Univerzální mobilní úprava vody) od výrobce Vodaservis, který ji dodává mimo jiné i Armádě České republiky. Technologie mobilní vodárny vyráběné pro AČR jsou instalovány v kontejneru ISO 1D. [23] Toto zařízení je potřebné pro zajištění provozu EDHC nezávisle na veřejném vodovodu a dodávkách vody v cisternách.

Mimo vodárenské technologie je kontejner vybaven sacím čerpadlem pro přívod neupravené vody a čerpadlem a tlakovou akumulací nádrží na straně pitné vody. Neupravená voda přiváděná do zařízení UMUV 1 může být z povrchového zdroje vody, může se jednat o užitkovou vodu nebo o podzemní vodu. Účinná vzdálenost úpravy od zdroje vody je 20 m a účinné převýšení je 8 m. Při překročení těchto vzdáleností je nutné v místě zdroje vody provozovat podávací čerpadlo. [23]

Úprava vody UMUV 1 má kapacitu 24 m³ upravené pitné vody za den při kontinuálním provozu. Pro funkci je nutné dodávat buď elektrickou energii nebo palivo pro benzinový generátor, který je součástí zařízení. Pro vodárnu v rámci EDHC se předpokládá dodávka elektřiny, generátor tedy nebude využíván. Současný elektrický příkon zařízení jako celku je 2,44 kW. Při kontinuálním provozu a odběru 24 m³ pitné vody denně je tedy elektrická spotřeba 58,6 kWh za den. Pokud by hrozil pokles teploty vzduchu v kontejneru pod 5°C je nutné navíc dodávat energii pro udržení teploty nad touto hodnotou. [23]

Připojení sacího potrubí s neupravenou vodou (vstup) i připojení potrubí pitné vody (výstup) je provedeno bajonetovou spojkou. Jedna z půlspojek každého spoje je pevnou součástí pláště kontejneru a navazuje na technické zařízení uvnitř kontejneru. Dále je ze zařízení vyvedeno odpadní potrubí, kudy odtéká voda při automatickém praní filtrů. Napojením hadice na bajonetovou půlspojku v plášti kontejneru je možné tuto vodu odvádět na místo zasakování. Připojení elektrického vedení je řešeno vidlicovou spojkou. [23]

Mobilní úprava vody není doporučenou součástí krátkodobých variant EDHC.

3.4.3 Mobilní čistírna odpadních vod

EDHC je vybaven kontejnerovou čistírnou odpadních vod (ČOV), jejíž zařízení je vestavěno ve dvou kontejnerech o velikosti ISO 1CC. V jednom kontejneru jsou instalovány technologie čistírny, druhý kontejner obsahuje 3 nádrže, které jsou zapojeny do cyklu čištění odpadní vody. Přecházející vody je možné vypouštět do recipientů nebo na vhodná místa v krajině umožňující zasakování. [24] V současnosti není využití ČOV pro nouzové ubytování běžné, ale pro provoz EDHC nezávisle na veřejné kanalizaci a odvozu splaškových vod je toto zařízení nezbytné.

Použitá ČOV upraví 16,5 m³ splaškových vod za den, spotřeba elektrické energie je při tomto průtoku 99,2 kWh za den. Celkový instalovaný elektrický příkon v obou kontejnerech je 10 kW. [83]

Vstupní potrubí tlakové kanalizace se připojuje v místě čerpací nádrže. Místo připojení ve stěně kontejneru je opatřeno bajonetovou půlspojkou a bude sloužit pro připojení vnějšího povrchového vedení tlakové kanalizace. Výstupní otvor (výtok přečištěné vody) se nachází ve stěně kontejneru s technologií čistírny a je rovněž opatřeno bajonetovou půlspojkou. Ta bude sloužit pro připojení hadice na odvod vody do recipientu nebo místa zasakování. Připojení elektrického vedení je řešeno vidlicovou spojkou. [83]

Mobilní ČOV není doporučenou součástí krátkodobých variant EDHC.

3.4.4 Zdravotnický kontejner

Součástí EDHC by měla být zdravotnická služba. Pokud si charakter krizové situace nebo stav evakuovaných osob vyžádá neustálou přítomnost zdravotnické péče, bude pro tento účel připraven minimálně jeden vojenský výsuvný kontejner (VKV) ve variantě „mobilní zdravotnické pracoviště“ vyráběný společností Variel pro potřeby AČR. [27] Další kontejner stejné konstrukce může sloužit jako zázemí pro zdravotníky nebo jiné pracovníky zapojené do IZS. V případě potřeby je možné pro zdravotnické účely využít stan vedle kontejneru a nebo na jeho místě rozložit další zdravotnické kontejnery.

Zdravotnický kontejner vyžaduje pro svou funkci připojení k elektrické síti. To bude provedeno napojením na nezávislou síť EDHC, kde zdroje elektřiny tvoří kontejnery Alfons a KVET kontejnery. Současný příkon elektrických spotřebičů je maximálně 10 kW, z toho 6 kW představuje elektrické přímotopné vytápění. Vytápění je při výrobě kontejnerů možné jednoduše změnit na teplovodní. [82]

Elektrické vedení se ke kontejneru připojuje vidlicovou spojkou. Případná potrubí s topnou vodou by byla připojena bajonetovou spojkou. [82]



Obr. 3.4.4 Vojenský výsuvný kontejner – mobilní zdravotnické pracoviště [59]

3.4.5 Varna a výdejna stravy

Pro účely hromadného stravování může být EDHC vybaven armádní sestavou kontejnerů varna + výdejna stravy, kterou pro potřeby AČR dodává společnost Variel. [25] [26] Objekt slouží pro přípravu a výdej jídel ubytovaným osobám a pracovníkům zapojeným do IZS. Skládá se ze dvou kontejnerů ISO 1C (varny a výdejny stravy) a malého stanu s funkcí prostoru pro hrubou přípravu potravin, který je přistavěn k boku varny. [82] V blízkosti výdejny je doporučeno umístění stanu, jehož účelem by mimo jiné byla i hromadná konzumace jídel.

Sestava varny a výdejny stravy vyžaduje pro svou funkci připojení k elektrické síti, přípojku studené vody a odvod splaškových vod. Oba kontejnery by měly být umístěny na podstavcích tvořených nádržemi na odpadní vody. [25] [26] Sestava bude propojena se sítěmi vedenými v rámci EDHO (elektrický rozvod, vodovod, tlaková kanalizace). Sítě se připojují ke kontejneru varny, další rozvody včetně připojení kontejneru výdejny stravy jsou provedeny již v rámci sestavy. [82]

Celkový instalovaný elektrický příkon je 90 kW, přičemž současný příkon se při běžném provozu může pohybovat od 20 do 60 kW (především v závislosti na používaných spotřebičích). Systém vytápění, ohřevu teplé vody a některé kuchyňské spotřebiče je možné změnit z elektrických na teplovodní a snížit tak elektrický příkon (nahradit ho výkonem tepelným). Další elektrické spotřebiče operující s vyššími teplotami je možné nahradit parními. [82]

Sestava může spotřebovat 1 až 8 m³ pitné vody za jeden cyklus přípravy jídel (1 cyklus představuje 200 jídel, předpokládají se 3 cykly za den). Spotřeba závisí především na typu připravovaných jídel a na skutečně vyprodukovaném počtu porcí. Za den je tak možno počítat s průměrnou spotřebou pitné vody 14 m³. [82]

Elektrické vedení se ke kontejneru připojuje vidlicovou spojkou. Vodovodní potrubí a po případné úpravě i potrubí s topnou vodou lze připojit bajonetovou spojkou. Odvod odpadních vod z horních kontejnerů do nádrží pod nimi je gravitační, po sestavení kontejnerů je potřeba pouze propojit svislé potrubí. [82] Z nádrží na odpadní vody bude zajištěn odvod splašků tlakovou kanalizací v rámci EDHC, jejíž potrubí se připojí k nádržím také pomocí bajonetových spojek.

3.4.6 Stany pro hromadné stravování, shromažďování a zdravotnické účely

EDHC je v základní variantě vybaven třemi běžnými armádními stany (vzor S65) o rozměrech 6 x 9 m. [42]

Jeden ze stanů je funkčně vázán na výdejnu stravy (jeho vstup je orientovaný směrem k tomuto kontejneru) a má sloužit především pro konzumaci jídel, dále případně jako shromažďovací a společenský prostor. Vybavení stanu by se mělo sestávat ze skládacích stolů a lavic.

Další dva stany jsou spojené a vstup do nich je orientován k manipulačnímu prostoru u zdravotnických kontejnerů. Účel těchto stanů by se měl přizpůsobit konkrétní situaci:

- zdravotnické účely (prostor pro pacienty, vyšetřovna...),
- volně přístupný společenský prostor,
- zázemí pro IZS,
- sklad osobních věcí evakuovaných osob.

Dle účelu by pak stany měly být vybaveny lůžky, stoly s lavicemi, regály nebo speciálním zařízením.

K výstavbě stanů není potřeba mechanizace ani speciální technologie, pouze dostatečný počet pracovníků (6 až 8). [42] Stany nevyžadují žádné přípojky s výjimkou elektřiny, která může sloužit pro osvětlení stanu a případně úpravu vnitřní teploty (ohříváče vzduchu, sálavé zdroje tepla, chladicí jednotky). V případě nutnosti měnit vnitřní teplotu výrazně oproti teplotě venkovní by však bylo vhodné nahradit stany jiným zařízením, které poskytuje dostatečný vnitřní prostor, ale oproti stanům má kvalitnější obálku z hlediska prostupu tepla. V takovém případě je možné využít např. navrhovaný koncept zimního stanu (EDWT), který je popsán v kapitole 3.5.3.



Obr. 3.4.6 Vojenský stan vzor S65 [42]

3.4.7 Zázemí pro IZS

Zázemí je v základní variantě EDHC tvořeno třemi kontejnery. Pro organizaci, řízení pracovníků zapojených do IZS a administrativní činnost týkající se komplexu je určen výsuvný vojenský kontejner ve variantě „velitelské pracoviště“ (VKV-V) vyráběný společností Variel pro potřeby AČR. [28] Další výsuvný kontejner, tentokrát ve variantě „ubytovací jednotka“ (VKV-U), slouží pro odpočinek pracovníků zapojených do IZS operujících v rámci komplexu nouzového bydlení. Jeho účelem není dlouhodobé ubytování – pracovníky, kteří musí být v EDHC přítomní konstantně v delším časovém období, je vhodné ubytovat v objektech nouzového bydlení, které poskytují větší komfort. Posledním kontejnerem je samostatná sanitární buňka zajišťující hygienu pracovníků.

Oba výsuvné kontejnery vyžadují elektrickou přípojku. Současný příkon elektrických spotřebičů je v každém z kontejnerů maximálně 10 kW, z toho 6 kW představuje elektrické přímotopné vytápění. Vytápění je při výrobě kontejnerů možné jednoduše změnit na teplovodní. [82]

Sanitární kontejner vyžaduje přípojku elektřiny, pitné vody a musí být připojen k nádrži na odpadní vody (fekálnímu tanku). [29] U dlouhodobých variant EDHC je tato nádrž zapojena do systému tlakové kanalizace, který přivádí splaškové vody z EDHO do mobilní ČOV. V běžně vyráběné variantě sanitárního kontejneru, kterou používá AČR, může být současný elektrický příkon všech spotřebičů až 40 kW. Zde mají výrazný vliv elektrické průtokové ohříváče teplé vody. Současný příkon lze snížit změnou přípravy teplé vody z průtokové na akumulaci. Elektrické

ohříváče teplé vody i elektrické vytápění je také možné nahradit ohřevem a vytápěním teplovodním. [82]

Elektrické vedení se ke kontejnerům připojuje vidlicovou spojkou. Vodovodní potrubí, potrubí tlakové kanalizace a případná potrubí s topnou vodou je možné připojit bajonetovou spojkou. [82]

3.5 Navrhované součásti komplexu nouzového bydlení

3.5.1 Objekt nouzového bydlení

Objekt nouzového bydlení (EDHO) je sestava obytných buněk (EDHU), hygienických buněk a dalších kontejnerů zajišťujících jejich funkci. Tvoří základ komplexu nouzového bydlení, poskytuje obytné a hygienické prostory pro evakuované osoby. Kapacita jednoho objektu je 40 osob. EDHO je detailněji popsán v kapitole 4.

Objekt vyžaduje přípojku pitné vody, tlakové splaškové kanalizace, elektřiny a tepla (otopné vody o teplotním spádu 70°C/60°C). Pokud jsou v místě výstavby EDHC k dispozici funkční a dostatečně kapacitní veřejné sítě, je možné na ně objekt přímo napojit. Pro případ, že veřejné sítě nejsou k dispozici, je EDHC vybaven mobilními systémy, které tyto sítě nahradí a zajistí tak funkci EDHO na libovolném místě.

3.5.2 KVET kontejner

Jedná se o energetický kontejner zapojený do systému EDHC. Kontejner je nutno zásobovat palivem (biometanem), do systému pak dodává teplo (otopnou vodu o teplotním spádu 70°C/60°C) a elektřinu (střídavé napětí 400 V, resp. 230 V s jmenovitou frekvencí 50 Hz). Druhou funkcí zařízení je podélné propojení hlavních rozvodů mezi dvěma objekty nouzového bydlení.

Konstrukčně se jedná o sestavu dvou kontejnerů: strojovny a střešního nástavce. Spodní kontejner strojovny je běžné konstrukce a velikosti kontejneru ISO 1CC (2 438 x 6 058 x 2 591 mm). [2] Přístup do strojovny je zajištěn bočními vraty. Horní kontejner je obdobné konstrukce, ale jeho rozměry jsou 2 438 x 6 058 x 879 mm. Jedná se o doplňkový kontejner určený k připojení nad strojovnu (stohování) tak, aby sestava dosáhla do výškové úrovně tvořené střešou instalačních vložek (kontejnerů INV) v EDHO, které navazují na čela kontejneru. Cílem je dosáhnout stejné výšky pro napojení všech průběžných rozvodů.

V kontejneru strojovny je instalováno zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla (KVET), konkrétně se jedná o kaskádu dvou kogeneračních jednotek s plynovými spalovacími motory (resp. motogenerátory). Zařízení je navrženo a podrobněji popsáno v kapitole 7.1.2. Jeho celkový příkon je 306 kW. Do systému EDHC dokáže dodávat celkem 163 kW tepla a 105 kW elektrické energie. Kontejner je dále vybaven:

- výfukovým nástavcem určeným k připojení k boku kontejneru (odvod spalin),
- pojistným a zabezpečovacím zařízením teplovodní soustavy,
- akumulací nádrží na teplo (2000 l) a otopnou vodu (2000 l),
- rozvodným a pojistným zařízením elektrizační soustavy (rozvaděči),
- rozvody obou těchto soustav,
- regulačním systémem (řízení provozu KVET zařízení podle potřeby tepla nebo elektřiny),
- bezpečnostním systémem, který v případě problémů v provozu zařízení automaticky uzavře přívod plynu a odstaví elektrické generátory z provozu. Mimo tyto systémy je ve spodní části kontejneru veden rozvod tlakové kanalizace, který propojuje kontejnery EDHO navazující na čela KVET kontejneru.

uzavře přívod plynu a odstaví elektrické generátory z provozu. Mimo tyto systémy je ve spodní části kontejneru veden rozvod tlakové kanalizace, který propojuje kontejnery EDHO navazující na čela KVET kontejneru.

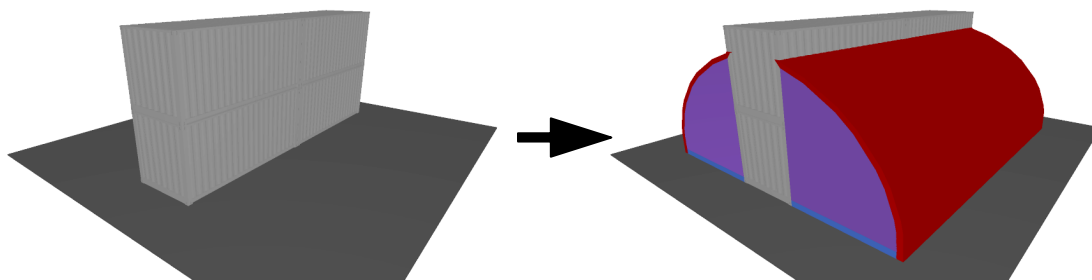
Střešní nástavec obsahuje konstrukci střechy přizpůsobenou dlouhodobějšímu využití kontejneru (o kvalitě odpovídající střešům pozemních staveb) a suchý chladič napojený na otopnou soustavu, který slouží k odvádění nevyužitelného tepla do venkovního prostředí v případě regulace provozu KVET zařízení podle potřeby elektřiny. Mimo to jsou střešním nástavcem vedeny rozvody tepla a elektřiny (z kontejneru strojovny do navazujících EDHO) a pitné vody (pouze propojení navazujících EDHO). Připojení potrubních rozvodů je řešeno bajonetovými spojkami s pružnou hadicí na jedné straně. Připojení elektrického vedení zajišťují vidlicové spojky.

3.5.3 Koncept zimního stanu

V reakci na výrazné nedostatky armádních stanů používaných v extrémních podmínkách (nízké teploty) vznikl koncept velkoprostorového objektu s lepšími vlastnostmi obálky při zachování možnosti úsporné přepravy. Tento objekt je vhodnou součástí EDHC používaných v zimním období. Jinou souvislost však s nouzovým bydlením nemá (je možné jej používat i zcela samostatně pro jiné účely), proto se mu práce dále nevěnuje. Tato kapitola slouží pouze pro představení konceptu.

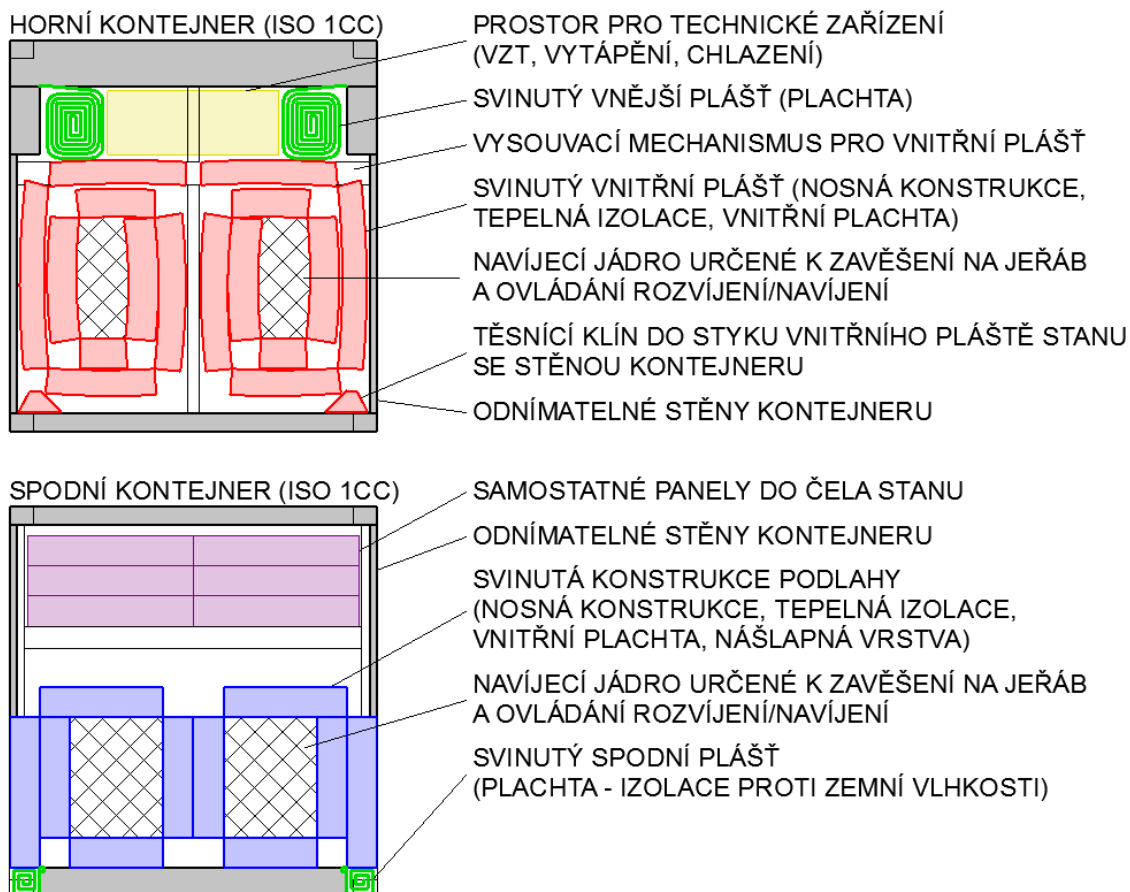
Zimní stan pro použití při krizových situacích (*Emergency Disaster Winter Tent – EDWT*) je mobilní rozkládací velkoprostorový objekt určený pro zastoupení funkcí armádního stanu v podmínkách, které by negativně ovlivňovaly jeho vnitřní prostředí. Primárně by měl být nasazen při nízkých teplotách, kdy zajistí výrazné snížení spotřeby energie na vytápění stanu. Navzdory jeho označení je ale použitelný i v létě při extrémně vysokých teplotách za účelem snížení spotřeby energie na chlazení.

Konstrukce stanu je složená ve čtyřech ISO 1CC kontejnerech, které je potřeba spojit způsobem, jakým ukazuje *Obr. 3.5.3.1*. Z horního páru kontejnerů se pak rozvine obloukový horní plášť, ze spodních kontejnerů se rozloží podlaha a čela stanu. Kontejnery zůstávají součástí stanu, obsahují vstupní dveře a technické zařízení (osvětlení a větrání s úpravou teploty vzduchu). Tímto způsobem vznikne stan o půdorysných rozměrech 12 x 11 m (vnitřní rozměry 11,5 x 10,2 m). EDWT tak může kapacitně nahradit 2 armádní stany vzor S65 (6 x 9 m). [42]

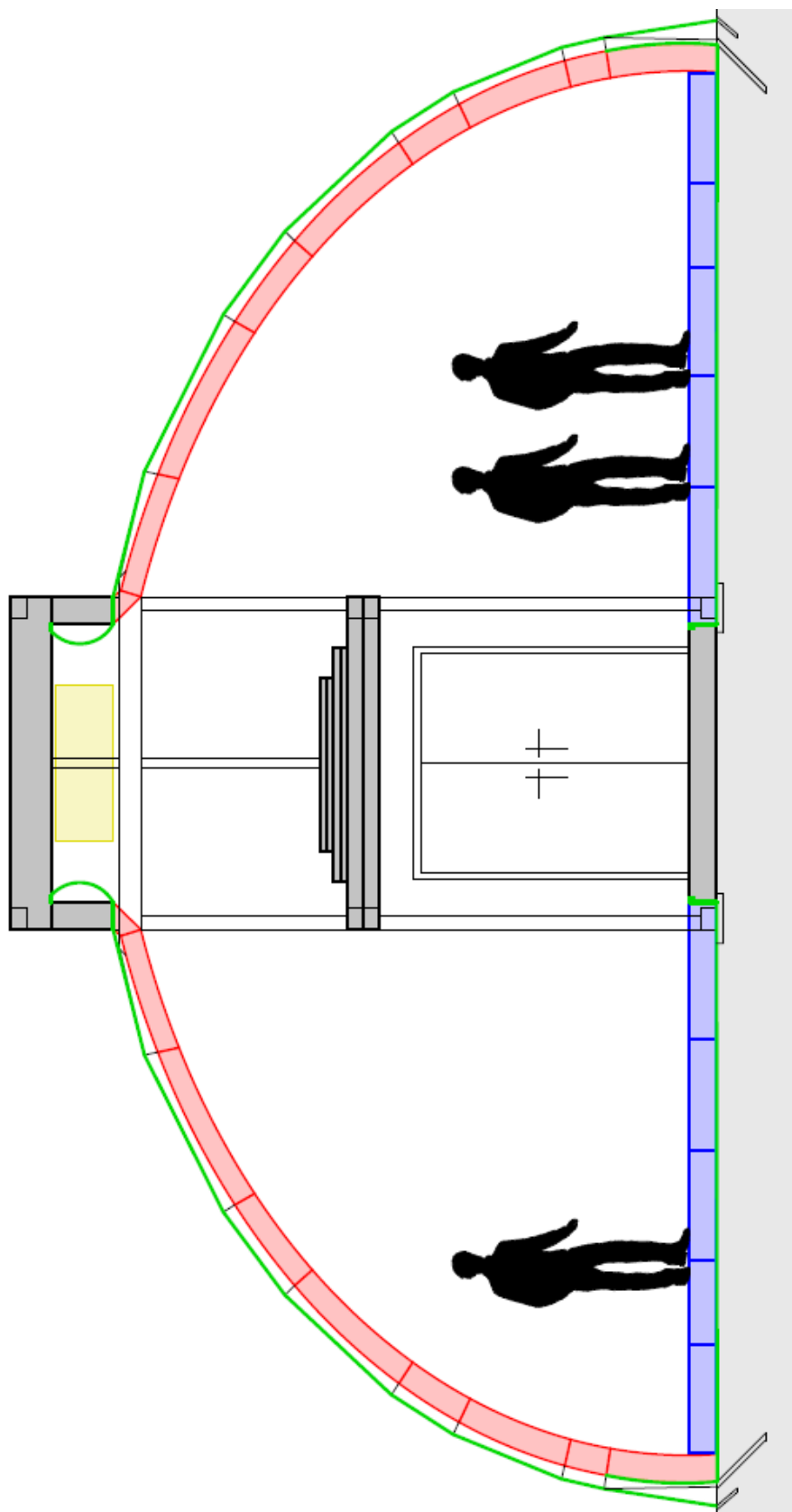


Obr. 3.5.3.1 Postup montáže EDWT

Další dva obrázky *Obr. 3.5.3.2* a *Obr. 3.5.3.3* ukazují stan ve složené podobě (obsah horního a spodního kontejneru) a v rozložené podobě (příčný řez stanem).



Obr. 3.5.3.2 Horní a spodní kontejner EDWT ve složeném stavu



Obr. 3.5.3.3 EDWT v rozloženém stavu

Horní plášť tvoří skládací oblouková konstrukce z podélně orientovaných panelů, která je určena k navinutí na speciálně tvarované jádro s jeřábovými úchyty pro zvedání a otáčení. Horní kontejner musí být navíc vybaven mechanismem, který vysune navinutý plášť včetně jádra mimo kontejner, kde pak jádro může být zavěšeno na jeřáb. Rozložený plášť by se ze statického

hlediska měl chovat jako samonosná jednostupňová oblouková konstrukce, která je chráněná vzpínadlem proti vybočení v rovině oblouku. Vzpínadlo je tvořeno lany napnutými z vnější strany oblouku.

Jednotlivé panely jsou tvořeny nosnou kostrou (např. z oceli, dřevěného kompozitu), tepelně izolační výplní, vnější paropropustnou deskou, parotěsnou fólií u vnitřního povrchu a vnitřní ochrannou deskou. Body otáčení panelů při navíjení jsou u vnitřního povrchu právě proto, aby nedošlo k porušení parotěsné vrstvy. Fólie tak může být v celku, bez demontovatelných spojů.

Spoje umožňující vzájemné pootáčení panelů (při navíjení) by měly být vybaveny mechanickým pružinovým nebo hydraulickým systémem. Zajistí se tak zpomalení pootáčení, aby nedošlo při rozkládání nebo skládání pláště k poškození panelů jejich vzájemným sražením.

Po rozvinutí horního pláště je nutné zajistit poslední panel zemní kotvou proti vodorovnému pohybu (usmyknutí v důsledku vodorovné složky reakce z obloukové konstrukce). Dále se přes rozložený plášť napnou lana vzpínadel a přes ně se rozvine vnější část pláště – plachta. Mezi plachtou a paropropustnou deskou vnitřní části pláště má vzniknout provětrávaná mezera. Samotná plachta by měla být vybavena provětrávacími otvory. V horní části je nakonec nutné utěsnit styk rozkládacího pláště, plachty a stěny kontejneru těsníci klíny.

Ze spodního kontejneru je nejprve nutné rozvinout spodní plachtu, která má funkci izolace proti zemní vlhkosti. Dále se rozvine podlahová konstrukce, která je sestavená z podélných panelů a navinutá na jádro s jeřábovými úchyty obdobně jako horní plášť. Panely podlahy mají shodnou skladbu jako panely horního pláště, pouze vnitřní deska má kromě ochrany parozábrany zároveň funkci nášlapné vrstvy. Materiál desky by tedy měl být zvolen s ohledem na tuto skutečnost.

Posledním krokem při montáži EDWT je vyplnění čel stanu vzniklých mezi horním obloukovým pláštěm a podlahou. Pro to slouží samostatné čelní panely určené pro ruční montáž, které jsou přepravované ve spodním kontejneru. Tyto panely by měly mít hliníkovou kostru s tepelně izolační výplní a lehké parotěsné povrchy (např. kostra panelu obalená fólií). Přikotvení k okolním konstrukcím může být řešeno např. systémem spon k hliníkovým kostrám panelů a nosným částem navazujících konstrukcí. Čelní panely nemají nosnou ani ztužující funkci. Panely by měly obsahovat osvětlovací otvory – z důvodu udržení nízké hmotnosti např. systém ze dvou průsvitných fólií a průsvitné tepelné izolace mezi nimi.

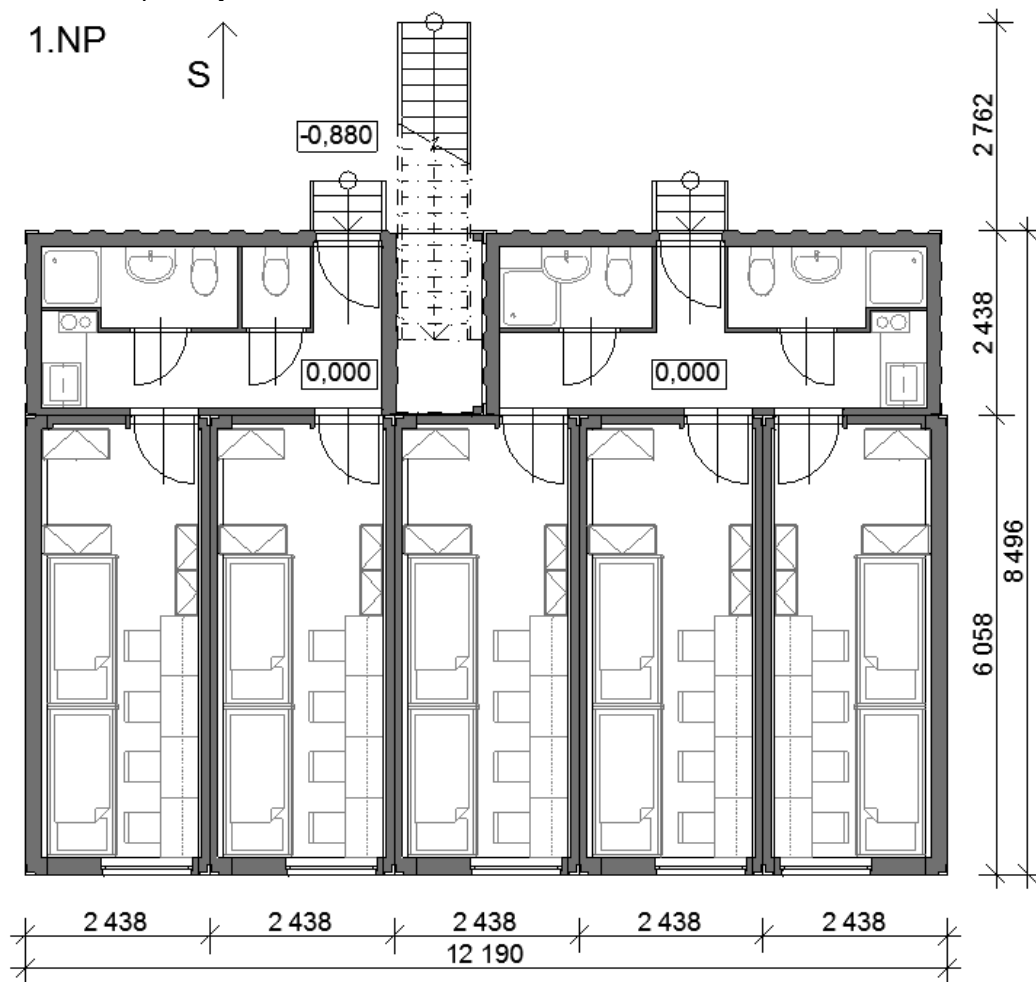
V rámci rozloženého stanu slouží spodní kontejnery jako vstupní a komunikační prostor (jejich čela obsahují dveře), zatímco užitný prostor stanu je především pod rozloženou obloukovou konstrukcí, kde je dostatečná světlá výška. V horních kontejnerech je instalováno technické zařízení – vzduchotechnická jednotka a zdroj tepla, případně chladu. Pro tuto aplikaci by byla vhodná např. vzduchotechnická jednotka s ventilačním tepelným čerpadlem vzduch – vzduch.

4. Návrh objektu nouzového bydlení (EDHO)

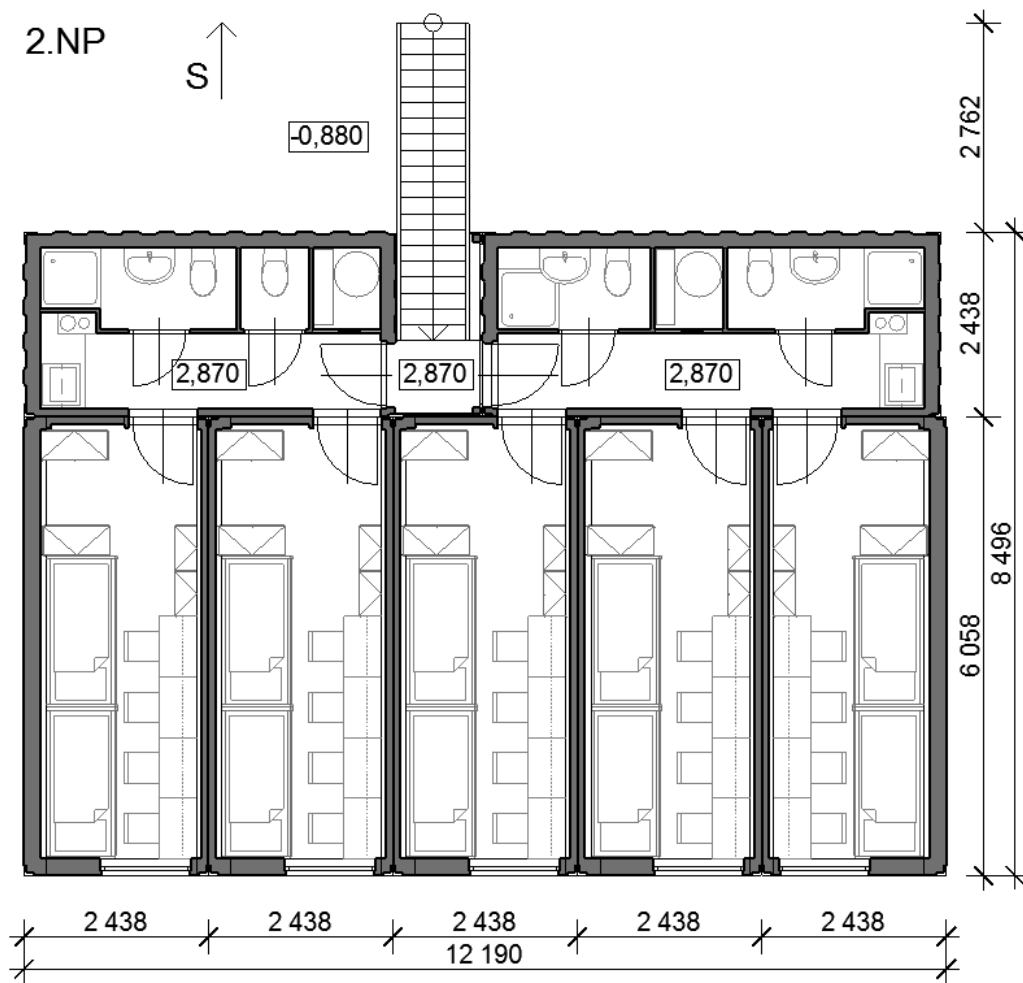
4.1 Funkční a dispoziční řešení

Navržený objekt nouzového bydlení (EDHO) je základní součástí komplexu nouzového bydlení (EDHC) a slouží pro obývání a hygienu evakuovaných osob, případně pracovníků IZS vykonávajících dlouhodobou práci v rámci komplexu nebo v jeho blízkosti.

Z hlediska uživatele je každý objekt rozdělen na obytné buňky a hygienické buňky. Obytná buňka, resp. obytná místnost slouží pro bydlení až čtyř osob. Hygienická buňka navazuje na 2 nebo 3 obytné místnosti a je pro osoby je obývající (8 nebo 12) společná. Objekt má 2 podlaží a jeho celková kapacita je 40 osob.



Obr. 4.1.1 Dispoziční schéma EDHO – 1. nadzemní podlaží (M 1:100)



Obr. 4.1.2 Dispoziční schéma EDHO – 2. nadzemní podlaží (M 1:100)

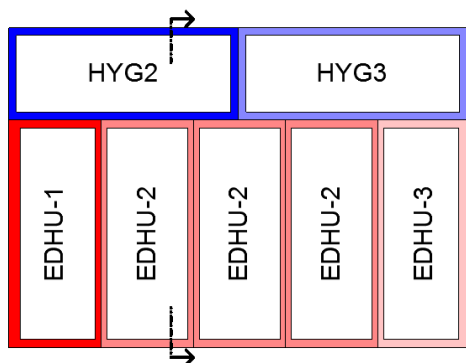
Na Obr. 4.1.1 a Obr. 4.1.2 je vidět dispoziční schéma objektu nouzového bydlení. Vstup do objektu je veden přes společné prostory hygienických buněk, každá ze čtyř buněk má vlastní vstup (tj. společný pro 8 nebo 12 osob). Vstup do buněk v horním podlaží je veden po venkovním, částečně krytém schodišti, které je součástí menší hygienické buňky. Společné prostory zahrnují chodbu zajišťující přístup do obytných místností, kuchyňku s jednoduchým vybavením (vestavěná lednice a mikrovlnná trouba, elektrický plotýnkový vaříč, kuchyňský dřez) a hygienické zázemí. To se sestává ze dvou koupelen s toaletou nebo z jedné takové koupelny a jedné samostatné toalety. Koupelny jsou vybaveny sprchovým koutem (s vysokou vaničkou a závěsem) a umyvadlem. Mezi společným komunikačním prostorem a obytnými místnostmi by měly být uzamykatelné dveře.

Vybavení obytné buňky tvoří sklopné postele (4x v jedné místnosti), sklopné stoly (4x), židle (4x), sklopná police nad stoly a skládací skříně (2 velké s fixní pozicí a 1 malá samostatná). Uživatelům je umožněno skládat a rozkládat vybavení obytné buňky a modifikovat si tak obytný prostor například i v průběhu dne. Tímto způsobem je možné kompenzovat malý obytný prostor, který je omezen především na své šířce (1 988 mm). Obytná místnost obsahuje jednokřídlé otevíravé okno umístěné v menší stěně naproti dveřím.

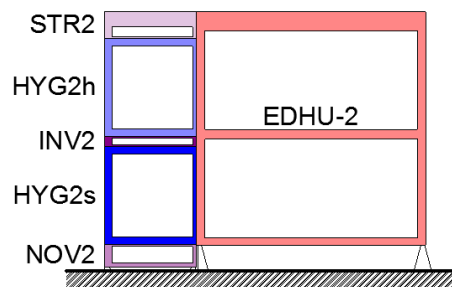
4.2 Princip sestavení objektu nouzového bydlení

Z technického hlediska je objekt nouzového bydlení sestaven z 15 vzájemně propojených kontejnerů. Uspořádání kontejnerů v půdorysu a řezu je ukázáno na Obr. 4.2.1.

PŮDORYS EDHO



PŘÍČNÝ ŘEZ EDHO



KONTEJNERY DLE FUNKCE:

- OBYTNÉ
- HYGIENICKÉ
- TECHNICKÉ

Obr. 4.2.1 Schéma sestavení kontejnerů EDHO (M 1:200)

Dvojice obytných místností nad sebou jsou tvořené rozkládacími obytnými buňkami pro nouzové bydlení (EDHU). K čelům obytných buněk jsou připojené stohované technické a hygienické kontejnery, kde technické kontejnery slouží k zajištění funkce hygienických i obytných buněk. Zároveň jednotí výškové poměry mezi rozkládacími obytnými buňkami a hygienickými kontejnery o standardní výšce kontejneru ISO 1CC (2 591 mm). [2]

Následující tabulka obsahuje výčet kontejnerů, které jsou součástí jednoho objektu nouzového bydlení.

Tab. 4.2.1 Kontejnery součástí EDHO

| Označení | Účel | Rozměry | Počet kusů |
|----------|---|--|------------|
| EDHU-1 | obytná buňka pro nouzové bydlení – levá | 6058 x 2438 x 2591 mm (složená) 6058 x 2438 x 6191 mm (rozložená) | 1 |
| EDHU-2 | obytná buňka pro nouzové bydlení – střední | | 3 |
| EDHU-3 | obytná buňka pro nouzové bydlení – pravá | | 1 |
| HYG2h | hygienická buňka společná pro 2 obytné – horní | 6058 x 2438 x 2591 mm | 1 |
| HYG2s | hygienická buňka společná pro 2 obytné – spodní | | 1 |
| HYG3h | hygienická buňka společná pro 3 obytné – horní | | 1 |
| HYG3s | hygienická buňka společná pro 3 obytné – spodní | | 1 |
| INV2 | instalační vložka se dvěma přívody upraveného vzduchu | 6058 x 2438 x 279 mm | 1 |
| INV3 | instalační vložka se třemi přívody upraveného vzduchu | | 1 |
| NOV2 | kontejner se dvěma nádržemi na odpadní vody | 6058 x 2438 x 600 mm | 1 |
| NOV3 | kontejner se třemi nádržemi na odpadní vody | | 1 |
| STR2 | střešní nástavec se dvěma přívody upraveného vzduchu | 6058 x 2438 x 714 mm | 1 |
| STR3 | střešní nástavec se třemi přívody upraveného vzduchu | | 1 |

Kontejnery jsou přepravované na armádních nosičích kontejnerů. [16] K osazení na místě montáže EDHO je potřeba jeřáb, přičemž se předpokládá využití autojeřábů, kterými disponuje Armáda České republiky. [16]

Při osazování se kontejnery umísťují na nadzemní jehlanovité patky doplněné o roznášecí ocelovou desku. Tyto patky mají výhodu v rychlé montáži a demontáži, protože tvar jejich horní části umožňuje zasazení do unifikovaných rohových prvků kontejneru. [30] V případě mírných terénních nerovností je vhodné roznášecí desku pod patkou zahloubit a vyrovnat ji do vodorovné roviny. Pokud jsou terénní poměry složitější, je možné objekt založit např. na zemních vrutech.



Obr. 4.2.2 Podkladní patka pro ISO kontejnery [30]

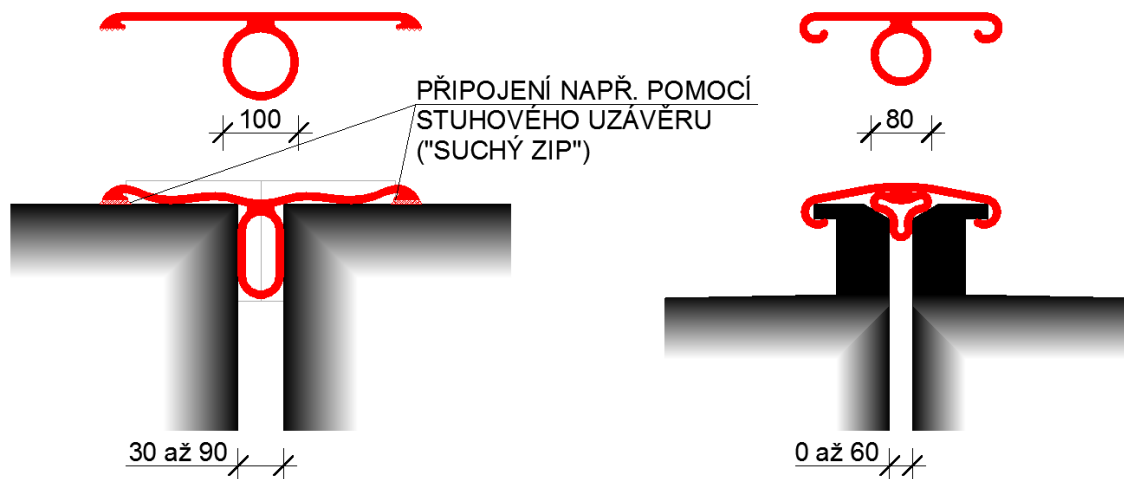
Jako první by se měly osazovat obytné buňky, které pro svoje rozložení vyžadují přístup jeřábu k čelům buňky. Dále se osazují postupně technické a hygienické kontejnery. Pro stohování kontejnerů (skládání na sebe) se používají stohovací kužele, které slouží k nasazení do rohových prvků kontejnerů (obdobně jako patky) a zajišťují tak kontejnery proti vzájemnému posunutí. [30] Během sestavování (při položení každé vodorovné „vrstvy“ kontejnerů) je nutné spojovat instalace (potrubí a elektrické vedení) v montážních otvorech k tomu určených. Ty jsou přístupné z boku, shora nebo zevnitř kontejneru.

Nakonec je nutné aplikovat vnější systém těsnění, který omezí proudění vzduchu mezi kontejnery. Tento systém by měl být ideálně tvořen těsnícími pásy z pružného silikonu určenými k ruční aplikaci do spár mezi kontejnery po dokončení montáže objektu. Z ekonomických důvodů (pořizovací náklady na těsnící pásy vyráběné na zakázku) je však také možné přistoupit k jednorázové variantě těsnění v podobě polyuretanové těsnící (kompresní) pásky, která se běžně používá k utěsnění připojovacích spár oken. [31]

Dva typy vnějšího těsnění vhodného pro různé styky kontejnerů ukazuje Obr. 4.2.2. Obdobné těsnění jako typ 1 (do stěn a podlah) může být dále používáno i jako vnitřní těsnění prostupů mezi hygienickými a obytnými buňkami. Více informací o vnitřním těsnění je uvedeno v kapitole 5.3.4.

TYP 1
- SPÁRY VE STĚNÁCH
- SPÁRY V PODLAZE

TYP 2
- SPÁRY VE STŘEŠE



Obr. 4.2.3 Vnější těsnící pásy do spár mezi kontejnery (M 1:10)

4.3 Údaje pro energetickou bilanci

4.3.1 Stanovení tepelných ztrát

Geometrické a tepelně technické parametry konstrukcí obálky objektu nouzového bydlení jsou shrnuty v Tab. 4.3.1. Jednotlivé konstrukce jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách 5. a 6., které se věnují obytným a hygienickým buňkám.

Tab. 4.3.1 Parametry konstrukcí obálky EDHO

| Neprůsvitné konstrukce | | | | | | |
|-----------------------------|--------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Konstrukce | Délka | Šířka / výška | Plocha včetně otvorů | Čistá plocha | Tloušťka | Součinitel prostupu tepla |
| | (mm) | (mm) | (m ²) | A (m ²) | (mm) | U (W/m ² .K) |
| podlaha EDHU | 12 190 | 6 058 | 73,85 | 73,85 | 190 | 0,27 |
| stěny EDHU | 24 306 | 6 060 | 147,29 | 132,89 | 220 | 0,23 |
| střecha EDHU | 12 190 | 6 058 | 73,85 | 73,85 | 265 – 375 | 0,17 |
| podlaha HYG/NOV | 10 984 | 2 438 | 26,78 | 26,78 | 236 | 0,23 |
| stěny HYG/INV | 21 608 | 5 461 | 118,00 | 110,73 | 172 | 0,23 |
| střecha HYG/STR | 10 984 | 2 438 | 26,78 | 26,78 | 260 – 325 | 0,12 |
| Okna | | | | | | |
| Šířka | Výška | Plocha včetně rámu | Počet | Celková plocha | Součinitel prostupu tepla | |
| (mm) | (mm) | (m ²) | (ks) | A _w (m ²) | U _w (W/m ² .K) | |
| 1 200 | 1 200 | 1,44 | 10 | 14,40 | 0,83 | |
| Dveře | | | | | | |
| Šířka | Výška | Plocha včetně zárubně | Počet | Celková plocha | Součinitel prostupu tepla | |
| (mm) | (mm) | (m ²) | (ks) | A _d (m ²) | U _d (W/m ² .K) | |
| 900 | 2 020 | 1,82 | 4 | 7,27 | 1,5 | |
| Geometrické vlastnosti EDHO | | | | | | |
| Čistá podlahová plocha | | | A _{net} | 163,16 m ² | | |
| Energeticky vztázná plocha | | | A _{en} | 201,54 m ² | | |
| Plocha obálky EDHO | | | A _e | 466,55 m ² | | |
| Objem včetně konstrukcí | | | V | 610,67 m ³ | | |

Přirážka na vliv tepelných vazeb je s přihlédnutím k velkému množství spár u obytných buněk (důsledek skládací konstrukce) uvažována $\Delta U_{em} = 0,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Z výše uvedených údajů je v souladu s ČSN 73 0540-4 stanoven průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ a v souladu s ČSN EN ISO 13 789 celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_T \text{ (W/K)}$. [4] [5]

$$U_{em} = \frac{\sum U_i \cdot A_i}{A_e} + \Delta U_{em} = \frac{120,76}{466,55} + 0,1 = 0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$H_T = U_{em} \cdot A_e = 0,36 \cdot 466,55 = 167,41 \text{ W/K}$$

Do objektu bude přiváděno 25 m³/h čerstvého vzduchu na osobu, celkově pro 40 osob (plně obsazený objekt) tak může být přiváděné množství čerstvého vzduchu $V_e = 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 0,278 \text{ m}^3/\text{s}$. Celková měrná tepelná ztráta větráním $H_V \text{ (W/K)}$ bez vlivu zpětného získávání tepla je stanoven v souladu s ČSN EN ISO 13 789. [5]

$$H_V = V_e \cdot c_a \cdot \rho_a = 0,278 \cdot 1010 \cdot 1,2 = 336,67 \text{ W/K}$$

Uvažovaná účinnost systému zpětného získávání tepla je 80%. Tímto poměrem je při dalších výpočtech (kapitola 7.) upravena teplota vzduchu za výměníkem zpětného získávání tepla (ZZT), která se pak uplatní při výpočtu tepelné ztráty větráním.

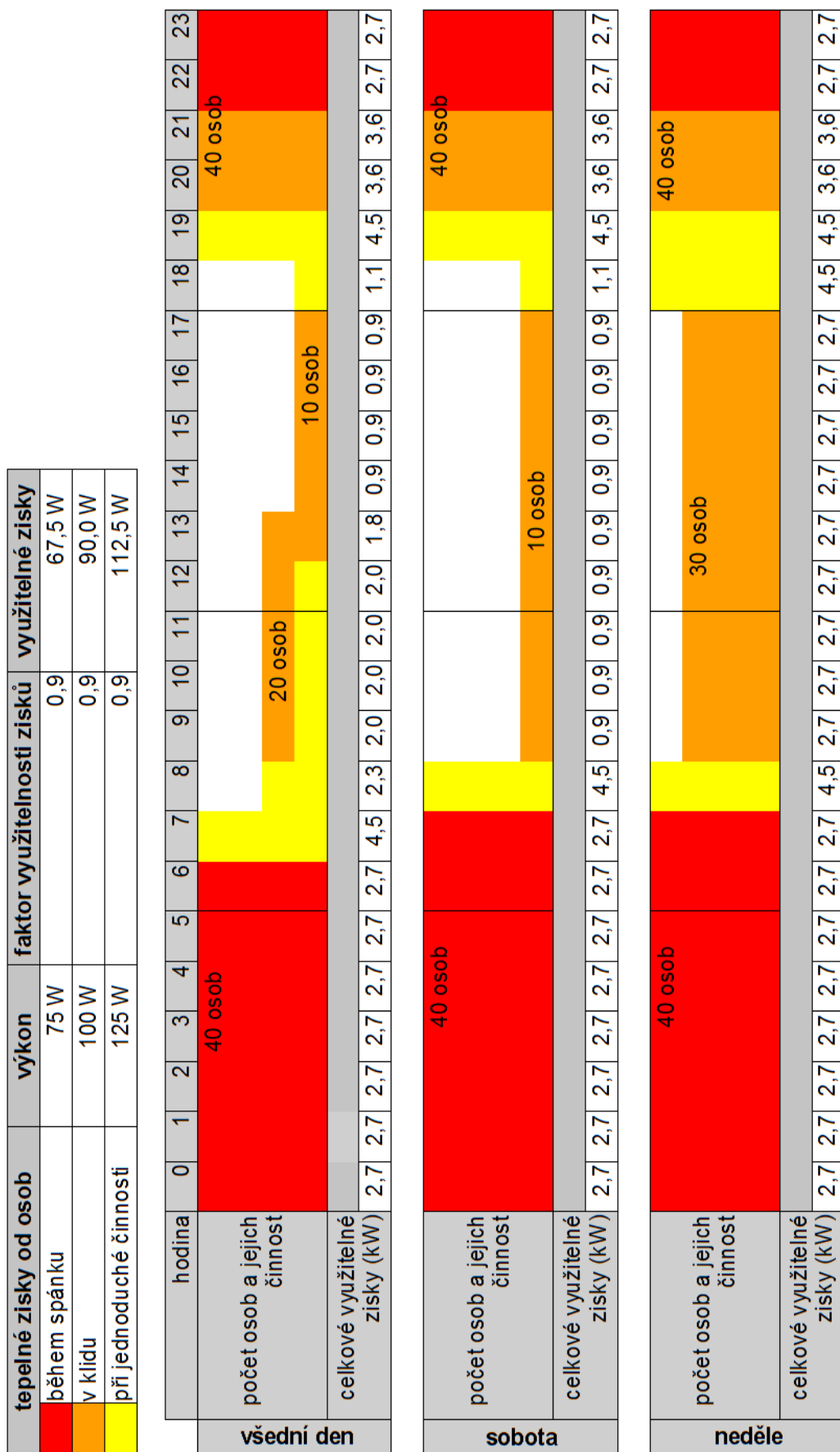
4.3.2 Popis tepelných zisků

Orientace EDHO by měla být zvolena tak, aby byly maximalizovány solární tepelné zisky okny do obytných místností. Ideální je orientace fasády s okny na jih. V následující tabulce jsou shrnuty geometrické údaje a parametry použitých oken potřebné pro stanovení solárních tepelných zisků. V případě energetické propustnosti zasklení a korekčního činitele clonění se jedná o hodnoty odhadnuté na základě vlastností výrobků dostupných na trhu. Výsledné sběrné plochy oken je možné násobit konkrétními hodnotami globálního solárního ozáření ve W/m^2 pro získání tepelných zisků ve W .

Tab. 4.3.2 Parametry oken EDHO pro stanovení solárních tepelných zisků

| Parametr | Označení | Hodnota | Jednotky | Poznámka |
|----------------------------------|-------------|---------|----------|---|
| šířka | | 1 200 | mm | |
| výška | | 1 200 | mm | |
| plocha zasklení | A_g | 1,00 | m^2 | |
| plocha včetně rámu | A_w | 1,44 | m^2 | jednokřídlé okno, šířka rámu 100 mm |
| energetická propustnost zasklení | g | 0,54 | - | |
| korekční činitel rámu | F_F | 0,69 | - | poměr A_g/A_w |
| korekční činitel stínění | F_S | 1,00 | - | zahmuje všechny dílčí činitele, okna nejsou stíněna |
| korekční činitel clonění | | | | |
| - pro letní návrhový stav | $F_{C,l}$ | 0,60 | - | clonění pomocí vnitřních žaluzií |
| - pro zimní návrhový stav | $F_{C,z}$ | 1,00 | - | okna nejsou cloněna |
| sběrná plocha okna | | | | |
| - pro letní návrhový stav | $A_{s,l,1}$ | 0,324 | m^2 | |
| - pro zimní návrhový stav | $A_{s,z,1}$ | 0,540 | | |
| počet oken v jednom EDHO | | 10 | - | |
| celková sběrná plocha oken | | | | |
| - pro letní návrhový stav | $A_{s,l}$ | 3,24 | m^2 | |
| - pro zimní návrhový stav | $A_{s,z}$ | 5,40 | | |

Jako vnitřní tepelné zisky jsou započítány pouze zisky od osob. Oproti obytným místnostem v běžných budovách má EDHO výrazně větší obsazenost (4 osoby v obytné buňce o ploše $11,2 m^2$), proto bude mít obsazenost na energetickou bilanci EDHO výrazně větší vliv, než je obvyklé v obytných budovách. Je uvažovaná proměnná obsazenost objektu v průběhu dne i týdne, mění se i tepelné výkony spojené s různou činností osob. Pro osobu při jednoduché činnosti se počítá s tepelným výkonem $125 W$, v klidu $100 W$ a během spánku $75 W$. Využitelnost tepelných zisků je zjednodušeně zohledněna konstantním faktorem $0,9$. Odhad obsazenosti objektu pro typický provoz EDHO je znázorněn na Obr. 4.3.2.



Obr. 4.3.2 Grafické znázornění vnitřních tepelných zisků v EDHO

Vnitřní tepelné zisky od spotřebičů a osvětlení nebudou nulové, ale jejich hodnoty budou oproti ziskům od osob velmi nízké. Provoz objektu pro nouzové bydlení zřejmě nebude zahrnovat častý provoz velkého množství spotřebičů, provoz spotřebičů s velkým tepelným výkonem, ani dlouhodobý provoz osvětlovací soustavy. Provoz spotřebičů v obytných prostorech lze jen obtížně odhadovat. U osvětlení se předpokládá využití LED svítidel, které mají oproti ostatním světelným zdrojům velmi malé ztráty. Z těchto důvodů jsou tepelné zisky od spotřebičů i osvětlení zcela zanedbány.

4.3.3 Výpočtový nástroj a data pro energetickou bilanci

Konkrétní energetické bilance EDHO, kde je hlavním výsledkem potřeba tepla na vytápění za dané období, jsou součástí výpočtů k případovým studiím v kapitole 8. Pro tyto účely byl využit vlastní výpočtový nástroj vytvořený v tabulkovém procesoru.

Nástroj počítá energetickou (tepelnou) bilanci jedné teplotní zóny v ustáleném stavu pro každou hodinu v roce, resp. stanoveném období. Při vytváření nástroje bylo cílem opakovaně a ve velkém množství aplikovat jednoduché fyzikální vztahy, které jsou typické pro výpočty v ustáleném stavu. Hodinový krok by pak měl zpřesnit výpočet a zajistit určitou dynamiku výpočetního modelu podobně, jako by tomu bylo v případě výpočtu v neustáleném stavu. Tepelná kapacita konstrukcí není nijak zohledněna, výpočetní model je určený pro budovy s lehkými konstrukcemi.

Na Obr. 4.3.3 je ukázka z hlavní části výpočtu v použitém výpočtovém nástroji. Zde je modelována zóna s okny orientovanými pouze na jih, návrhovou zimní vnitřní teplotou 20 °C a regulací vytápění podle teploty vzduchu za výměníkem ZZT.

Regulaci vytápění, chlazení a provozu vzduchotechnického zařízení se ZZT je možné nastavit (systémem zapnuto/vypnuto) pro každou hodinu (např. režim s pevně danými časy během dne, regulaci podle libovolné hodnoty z aktuálního nebo předchozího kroku). Za předpokladu, že jsou systémy vytápění a chlazení vypnuté, stanoví výpočetní nástroj v daném kroku teplotu vnitřního vzduchu. Pokud je jeden ze systémů zapnutý, počítá model s návrhovou teplotou vnitřního vzduchu a stanoví energii potřebnou na vytápění nebo chlazení ve W (resp. Wh/h). Součtem těchto hodinových potřeb tepla pak lze zjistit denní, měsíční a roční potřebu tepla na vytápění nebo chlazení ve Wh.

Důsledkem volby výpočtu ve stacionárním stavu je omezení rozmanitosti výstupů z výpočtu. Nelze použít např. průběh vnitřní teploty v zóně, protože jej model zkresluje tak, že zobrazuje příliš extrémní hodnoty. Tento efekt se ale neprojevuje na potřebách energie odečítaných z výpočetního modelu za delší časové období. Vzhledem k tomu, že požadovanou výstupní hodnotou je právě potřeba tepla na vytápění, je možné tento model použít.

Vstupy do výpočtu týkající se zóny a jejího provozu jsou popsány v předchozích kapitolách 4.3.1 a 4.3.2. Druhým typem vstupů jsou hodinová klimatická data. Výpočetní nástroj pracuje konkrétně s teplotou venkovního vzduchu θ_{ea} (°C) a globálním solárním ozářením svislé plochy G_{Gt} (W/m²) orientované na sever, jih, východ a západ. Pro konkrétní lokality řešené v případových studiích (kapitola 8.) jsou použita data typického meteorologického roku (TMY) vytvořená pro příslušnou geografickou a klimatickou oblast. [88]

| INDEX | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | |
|--|-----------------|----------|----------|----|------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------|----------------|---------------|--------|-------------------|-------|------------|----------------|---------------------------|--------|---------------------------|-------|---------|
| =KDYZ(B44=0;"vypnuto";G44+H44-I44-J44-K44-L44-M44) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENERGETICKÁ BILANCE ZÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | návrhová teplota | | tepelné ztráty | | vnitřní | | solární zisky | | teplota vnitřního | | požadovaný | | potřeba tepla na vytápění | | potřeba tepla na chlazení | | |
| datum, čas | aktivní systémy | vytápění | chlazení | ZT | vnitřní teplota | teplota vzduchu | za výměníkem ZT | prostupem | větráním | tepelné ztráty | vnitřní | východ | západ | sever | vzduchu | výkon vytápění | požadovaný | denní | měsíční | denní | měsíční |
| mm/dd hh:mm | | | | | °C | °C | °C | W | W | W | W | W | W | W | °C | W | W | kWh | kWh | kWh | kWh |
| 25 | 01/01 19:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 18,0 | 1691 | 680 | 4500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24,2 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 26 | 01/01 20:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,9 | 1724 | 694 | 3600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,3 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 27 | 01/01 21:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,9 | 1741 | 700 | 3600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,3 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 28 | 01/01 22:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,9 | 1775 | 714 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,4 | vypnuto | vypnuto | 0,000 | | | |
| 29 | 01/01 23:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,9 | 1791 | 720 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,4 | vypnuto | vypnuto | 0,000 | | | |
| 30 | 01/02 00:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,7 | 1959 | 788 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,9 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 31 | 01/02 01:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,4 | 2160 | 869 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,3 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 32 | 01/02 02:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,2 | 2344 | 943 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,8 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 33 | 01/02 03:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 17,1 | 2444 | 983 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,6 | vypnuto | vypnuto | | | | |
| 34 | 01/02 04:00 | 0 | 0 | 1 | 20,0 | 16,9 | 2561 | 1030 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1032 | vypnuto | | | | |
| 35 | 01/02 05:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2662 | 1071 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1150 | vypnuto | | | | |
| 36 | 01/02 06:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,7 | 2746 | 1104 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | -556 | 1717 | | | | |
| 37 | 01/02 07:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,6 | 2813 | 1131 | 4500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 622 | vypnuto | | | | |
| 38 | 01/02 08:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,6 | 2829 | 1138 | 2250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1429 | vypnuto | | | | |
| 39 | 01/02 09:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2679 | 1077 | 2025 | 0 | 1156 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1466 | vypnuto | | | | |
| 40 | 01/02 10:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2679 | 1077 | 2025 | 0 | 302 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 121 | vypnuto | | | | |
| 41 | 01/02 11:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2679 | 1077 | 2025 | 0 | 265 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1662 | vypnuto | | | | |
| 42 | 01/02 12:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,9 | 2628 | 1057 | 2025 | 0 | 1539 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1499 | vypnuto | | | | |
| 43 | 01/02 13:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2662 | 1071 | 1800 | 0 | 270 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 3020 | vypnuto | | | | |
| 44 | 01/02 14:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2662 | 1071 | 900 | 0 | 1534 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | K44-L44-M44 | vypnuto | | | | |
| 45 | 01/02 15:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,8 | 2712 | 1091 | 900 | 0 | 1404 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1499 | vypnuto | | | | |
| 46 | 01/02 16:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,7 | 2796 | 1124 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 3020 | vypnuto | | | | |
| 47 | 01/02 17:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,6 | 2846 | 1145 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 3091 | vypnuto | | | | |
| 48 | 01/02 18:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,5 | 2913 | 1172 | 1125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 2960 | vypnuto | | | | |
| 49 | 01/02 19:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,4 | 2980 | 1199 | 4500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | -322 | vypnuto | | | | |
| 50 | 01/02 20:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,4 | 3030 | 1219 | 3600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 649 | vypnuto | | | | |
| 51 | 01/02 21:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,3 | 3097 | 1246 | 3600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 743 | vypnuto | | | | |
| 52 | 01/02 22:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,2 | 3164 | 1273 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1737 | vypnuto | | | | |
| 53 | 01/02 23:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,2 | 3214 | 1293 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1807 | vypnuto | 26,004 | | | 0,000 |
| 54 | 01/03 00:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,2 | 3198 | 1286 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1784 | vypnuto | | | | |
| 55 | 01/03 01:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,2 | 3147 | 1266 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1713 | vypnuto | | | | |
| 56 | 01/03 02:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,3 | 3114 | 1252 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1666 | vypnuto | | | | |
| 57 | 01/03 03:00 | 1 | 0 | 1 | 20,0 | 16,3 | 3080 | 1239 | 2700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,0 | 1619 | vypnuto | | | | |

Obr. 4.3.3 Ukázka vlastního výpočtového nástroje

5. Obytná buňka pro nouzové bydlení (EDHU)

Obytná buňka je součástí navrženého objektu nouzového bydlení (EDHO), ve kterém zajišťuje dvojice obytných místností v podlažích nad sebou.

5.1 Východiska pro konstrukční řešení

Pro návrh EDHU je nutné vycházet z požadavků:

- na pořízení buňky (výroba, použití dostupných materiálů a technologií, náklady),
- na skladování buňky (manipulace, úspora prostoru, nenáročné podmínky na skladování),
- na dopravu buňky (kompatibilita s používanou technikou, přepravní hmotnost a rozměry),
- na instalaci buňky (základová konstrukce, manipulace, montážní a dokončovací práce),
- na provoz buňky z pohledu uživatele (sociální kritéria udržitelného rozvoje),
- na provoz buňky z pohledu provozovatele (ekonomická kritéria udržitelného rozvoje),
- na demontáž buňky (kontrola technického stavu, údržba, opravy, demontáž a uskladnění),
- na životní cyklus buňky z pohledu společnosti (ekologická kritéria udržitelného rozvoje).

5.1.1 Doprava a skladování buňky

Vzhledem k tomu, že nasazení komplexu nouzového bydlení má mít v případě krizové situace na starosti Armáda České republiky, musí být všechny jeho součásti navrženy s ohledem na možnost manipulace technikou, kterou AČR disponuje.

Nejvhodnější je vestavět vybavení (např. konstrukcí obytné buňky) do univerzálního kontejnerového rámu dle ISO 668. [2] ISO kontejnery o délce 6 058 mm (ISO 1C a ISO 1CC) armáda běžně používá – viz existující vybavení EDHC v kapitole 3.4. K dopravě armádních kontejnerů AČR využívá především nosiče kontejnerů T 815 6x6 a T 815 8x8. Manipulaci pak zajišťují autojeřáby (např. AD 20). Dopravu a manipulaci zároveň mohou zajistit kontejnerové překladače (např. T 815 Klaus KM), které má AČR k dispozici v několika málo kusech. [16] [62] Z uvedených skutečností vyplývá, že obytná buňka by měla mít rám kontejneru ISO 1CC s rozměry 6 058 x 2 438 x 2 591 mm. Z hlediska využitelnosti prostoru je vhodnější tento vyšší typ kontejneru (oproti 2 438 mm vysokému ISO 1C). [2] Dopravu a montáž by měly zajistit běžné nosiče kontejnerů a autojeřáby.



Obr. 5.1.1 Autojeřáb AD 20.2 a nosič kontejnerů T 815 8x8 [63]

Cílem návrhu EDHU je dále i zefektivnění její přepravy a skladování. U běžného kontejneru poskytujícího jednu obytnou místnost by docházelo ke skladování a přepravě nevyužitého objemu uvnitř buňky (možná s výjimkou několika kusů nábytku). Přeprava takového prázdného objemu

(tj. pouze konstrukcí obalujících obytnou místnost) je neefektivní vzhledem k počtu nasazených vozidel a jejich spotřebě paliva. Při skladování zabírají tyto kontejnery relativně velký prostor.

Z těchto důvodů by měla být buňka pro nouzové bydlení navržena jako skládací. EDHU v rozloženém stavu by tak mohla poskytnout 2 obytné místnosti, které mají navíc i vyšší světlou výšku, než místnosti v běžném obytném kontejneru ISO 1CC. Takové místnosti jsou z pohledu teorie vnitřního prostředí (psychologického mikroklimatu) komfortnější a více se blíží obytným místnostem v běžných budovách. EDHU ve složeném stavu by byla z pohledu přepravy běžným ISO kontejnerem, ale namísto obálky s nevyužitým objemem uvnitř by se jednalo o rám kontejneru vyplněný složenými konstrukcemi dvou obytných místností. Aby byla omezena nutnost přepravy nábytku do obytných místností dalšími vozidly, je vhodné integrovat nábytek do konstrukcí EDHU, takže by bylo možné po ukončení montáže buňky nábytek pouze rozložit. Obytná buňka (komfortnější 2 obytné místnosti včetně vybavení) umístěná ve skladu by měla zabírat stejný prostor jako běžný kontejner ISO 1CC.

5.1.2 Montáž a manipulace s buňkou

Pro manipulaci a montáž buňky v místě nasazení komplexu nouzového bydlení se předpokládá využití některého z autojeřábů, které jsou součástí vybavení AČR. Jeřáb by měl mít nosnost minimálně 9 t (odpovídá užitečné hmotnosti T 815 6x6 v provedení nosič kontejnerů) při délce ramene minimálně 8 m (odhadnuto z geometrických vztahů jeřábu a rozložené dvoupodlažní obytné buňky). Tyto požadavky splňují všechny armádou používané jeřáby. [16]

Přemístění buňky z nosiče kontejnerů na podkladní patky by mělo být provedeno zavěšením buňky na jeřáb pomocí čtyřpramenného vazáku s háky za horní rohové prvky buňky tak, jak ukazuje Obr. 5.1.1. V dalším kroku by se měla buňka zdvihnutím její horní části za tyto rohové prvky rozložit.

K manipulaci ve skladu je možné využít širokou škálu kontejnerových překladačů, které s buňkou manipulují uchycením za rohové prvky nebo zdvižením celé buňky na vidlici. [17] Z důvodu umožnění manipulace vidlicovým překladačem (vysokozdvížděným vozíkem) by měla být buňka, stejně jako ostatní běžné ISO kontejnery o délce 6 058 mm, vybavena dvěma příčně vedenými otvory v místě spodních nosníků. [17]



Obr. 5.1.2 Manipulace pomocí vidlicového překladače [64]

5.1.3 Sociální kritéria udržitelného rozvoje

Obytná buňka musí poskytovat hygienicky nezávadné a přiměřeně komfortní vnitřní prostředí. Obytný prostor musí být funkční, tj. uspořádán tak, aby byl použitelný a pokud možno přizpůsobitelný individuálním činnostem. Samozřejmostí je i zajištění bezpečného pobytu uvnitř buňky. To znamená především použití stabilních nosných i nenosných konstrukcí, zdravotně nezávadných stavebních materiálů a opatření pro zajištění bezpečného pohybu uvnitř buňky během běžného užívání i během evakuace z EDHO.

S ohledem na možný zdravotní stav uživatelů (např. jeho negativní ovlivnění samotnou krizovou situací) je nevhodné, aby jej složky vnitřního prostředí dále negativně ovlivňovaly. Proto je nutné zaměřit se především na ty složky, které mohou ovlivňovat lidské zdraví

i krátkodobě: vnitřní teplotu a kvalitu vzduchu. Měly by platit limity (např. množství čerstvého vzduchu na osobu) používané pro běžné obytné místnosti, protože EDHU může být obývaná i déle, než je běžné pro současné nouzové ubytování (viz Obr. 3.2.1). Buňky by měly být centrálně vytápěny a nuceně větrány. Jedině takové systémy spolehlivě zajistí dostatečnou kvalitu vnitřního prostředí při zachování nízké energetické náročnosti.

Z hlediska psychického mikroklimatu by obytný prostor měl co nejméně negativně ovlivňovat jeho uživatele (např. nebyt stísněný). To je jedním z důvodů, proč by EDHU měla mít skládací konstrukci. V kontejneru o běžné výšce (2 591 mm) totiž není prakticky možné dosáhnout dostatečné světlé výšky místnosti. Malá světlá výška pak vytváří dojem malého, stísněného, někdy i nedostatečně přehledného a vzdušného prostoru. Skládací konstrukce umožní i dosažení světlé výšky typické pro obytné místnosti rodinných domů (2,5 m). [6]

Optické a akustické vlastnosti prostoru a konstrukcí by neměly nadměrně zhoršovat světelné a zvukové mikroklima. Kvalita vnitřního prostředí by se i z hlediska těchto složek měla pokud možno blížit běžným obytným místnostem.

5.1.4 Ekologická kritéria udržitelného rozvoje

Dopad na životní prostředí je nutné hodnotit za celý životní cyklus buňky. To zahrnuje zajištění materiálu, výrobu, skladování, dopravu, montáž, provoz, demontáž a recyklaci na konci životního cyklu. Z hlediska energie spotřebované během životního cyklu a emisí znečišťujících látek vyprodukovaných během životního cyklu buňky je dopad na životní prostředí možné zjednodušeně rozdělit na svázané energie, resp. emise, a provozní energie, resp. emise.

Na rozdíl od běžných budov, kde má zásadní roli zpravidla provozní fáze, bude u obytné buňky nutné zaměřit se více na svázané energie a emise. Důvodem je to, že oproti běžným budovám bude provozní fáze EDHU výrazně kratší. V čase, kdy by běžná budova byla v provozu (desítky let), projde obytná buňka několika cykly skladování, montáže, provozu (několik měsíců), demontáže a opětovného umístění do skladu.

Energie a emise znečišťujících látek svázané s materiály použitými na výrobu (jejich pořízením i zabudováním) musí být sníženy na minimum. S ohledem na to je nutné provést volbu použitých materiálů. Zároveň by se mělo jednat o materiály, se kterými lze snadno nakládat po ukončení jejich životnosti, tedy materiály snadno a plnohodnotně recyklovatelné. Z hlediska ochrany přírodních zdrojů je preferováno použití materiálů obnovitelných a recyklovaných. Vlastnostem materiálů musí odpovídat i jejich životnost, resp. vliv na životnost celé buňky. Materiál s malou životností by tak měl mít i malý dopad na životní prostředí, zatímco u materiálu se stejným použitím, ale větší životností, bude tolerován větší dopad na životní prostředí.

Provozní hledisko pak ovlivní zejména materiálové řešení obvodového pláště EDHU. Ten by měl být z tepelně technického hlediska řešen tak, aby minimalizoval tepelné ztráty buňky přes plošné konstrukce i jejich styky. V případě skládací konstrukce se nelze vyhnout výrazným tepelným mostům, ale je nutné pomocí dostupných prostředků minimalizovat jejich vliv na celkové energetické chování i na tepelně vlhkostní bezpečnost konstrukce. Obvodový plášť by měl splňovat zejména tepelně a vlhkostně bezpečnostní požadavky ČSN 73 0540-2, jako je teplotní faktor vnitřního povrchu nebo zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce. [3]

Konstrukčním řešením obytné buňky nelze ovlivnit zdroje energie, které se nacházejí mimo buňku, ale pouze množství energie, které tyto zdroje musí vyprodukovat. Na zdroje energie jsou samozřejmě také kladeny požadavky na zajištění minimální provozní energie (např. množství paliva konvertovaného na teplo) a provozních emisí znečišťujících látek. Požadavek je řešen volbou obnovitelných zdrojů energie, viz popis zdrojů v kapitolách 3.4.1 a 3.5.2.

Dalším ekologickým kritériem je nakládání s vodou o různé kvalitě (pitná, dešťová, šedá, splašková). Pitná voda by měla být využívána pouze pro účely, kde má význam její zaručená hygienická nezávadnost. Pro ostatní účely je nevhodnější používat vodu užitkovou, kterou je možné získat úpravou některého typu vody, která by se jinak stala vodou odpadní. Nakládání s různými typy vod však nelze ovlivnit konstrukčním návrhem obytné buňky, protože veškeré hygienické prostory a zdravotně technické instalace jsou soustředěny do mimo EDHU. Tato kritéria budou ovlivňovat řešení hygienické buňky.

5.1.5 Ekonomická kritéria udržitelného rozvoje

V návrhu je potřeba zohlednit nejen pořizovací náklady, ale i všechny další náklady vynaložené v rámci životního cyklu buňky. Opět ale v porovnání s běžnou budovou budou v případě EDHU převažovat náklady na jejich pořízení nad provozními náklady.

Obytná buňka pro nouzové bydlení má být alternativou na současném trhu dostupných obytných kontejnerů. Náklady na pořízení buňky pro nouzové bydlení by měly odpovídat cenám těchto běžných kontejnerů, zároveň ale musí být zohledněny výhody EDHU oproti

těmto v současnosti vyráběným kontejnerům. V následujících tabulkách jsou porovnány parametry v současné době použitelné obytné buňky od jednoho z největších českých výrobců [19] a parametry EDHU ve třech materiálových variantách. Pomocí těchto parametrů je přepočítaná cena existujícího kontejneru na takové pořizovací náklady EDHU, které by odpovídaly této ceně se zohledněním odlišných vlastností navrhované obytné buňky.

Tab. 5.1.5 Přepočet pořizovacích nákladů EDHU v různých materiálových variantách

| OBYTNÝ KONTEJNER KOMA Standard Line | | | EDHU - var. 1 ("papírová") | | |
|--|-----------------------------|-------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| - typ C3L 03 - s předsíňkou | | | - nosníky z papírových trubek (dutinek) | | |
| cena (včetně DPH) | C | 163 350 Kč | - deskové materiály s malou životností, např. na bázi papíru | | |
| životnost - sklad. (odhad) | ZS | 50 let | - přírodní tepelné izolace | | |
| životnost - využití (odhad) | ZV | 10 cyklů | životnost - skladování | ZS | 15 let |
| uvažovaná kapacita | OS | 4 osob | životnost - využití | ZV | 1 cyklů |
| velikost (náročnost na přepravu) | V | 1 kontejner | kapacita | OS | 8 osob |
| požadovaná poměrná cena na rok | $C \cdot V / (ZS \cdot OS)$ | 817 Kč | velikost (náročnost na přepravu) | V | 1 kontejner |
| požadovaná poměrná cena na cyklus | $C \cdot V / (ZV \cdot OS)$ | 4084 Kč | požadovaná poměrná cena na rok | PCR | 817 Kč |
| | | | požadovaná poměrná cena na cyklus | PCC | 4084 Kč |
| | | | maximální náklady dle skladování | $PCR \cdot ZS \cdot OS / V$ | 98 010 Kč |
| | | | maximální náklady dle využití | $PCC \cdot ZV \cdot OS / V$ | 32 670 Kč |
| | | | maximální náklady | C_{max} | 32 670 Kč |
| | | | | | |
| EDHU - var. 2 ("dřevěná") | | | EDHU - var. 3 ("plechová") | | |
| - dřevěné nosníky | | | - nosníky z tenkostěnných ocelových profilů | | |
| - deskové materiály se střední životností, např. na bázi dřeva | | | - plechy, deskové materiály na bázi plastů | | |
| - přírodní tepelné izolace | | | - umělé tepelné izolace s velkou životností | | |
| životnost - skladování | ZS | 25 let | životnost - skladování | ZS | 50 let |
| životnost - využití | ZV | 5 cyklů | životnost - využití | ZV | 10 cyklů |
| kapacita | OS | 8 osob | kapacita | OS | 8 osob |
| velikost (náročnost na přepravu) | V | 1 kontejner | velikost (náročnost na přepravu) | V | 1 kontejner |
| požadovaná poměrná cena na rok | PCR | 817 Kč | požadovaná poměrná cena na rok | PCR | 817 Kč |
| požadovaná poměrná cena na cyklus | PCC | 4084 Kč | požadovaná poměrná cena na cyklus | PCC | 4084 Kč |
| maximální náklady dle skladování | $PCR \cdot ZS \cdot OS / V$ | 163 350 Kč | maximální náklady dle skladování | $PCR \cdot ZS \cdot OS / V$ | 326 700 Kč |
| maximální náklady dle využití | $PCC \cdot ZV \cdot OS / V$ | 163 350 Kč | maximální náklady dle využití | $PCC \cdot ZV \cdot OS / V$ | 326 700 Kč |
| maximální náklady | C_{max} | 163 350 Kč | maximální náklady | C_{max} | 326 700 Kč |

Z hlediska ceny, kvality a s ní související životnosti materiálů se nabízejí 3 základní materiálové varianty EDHU. Životnost je v případě opakovaně používaných výrobků vhodné měřit nejen v letech (doba, po kterou je buňka uskladněná nebo nasazená), ale také v počtu cyklů nasazení buňky.

První varianta nazvaná „papírová“ je charakteristická velmi malou životností použitých materiálů, které by měly umožnit nasazení EDHU pouze jednou. Následně by měly být materiály recyklovány (s výjimkou ocelového kontejnerového rámu, který by měl být využit pro výrobu další buňky). Maximální náklady na pořízení „papírové“ EDHU vychází podle použité metody velmi nízké. Tomu by měly odpovídat i ceny použitých materiálů.

Druhá varianta označená jako „dřevěná“ má větší fyzickou životnost materiálů (v letech) i větší životnost v cyklech použití (důsledek obecně lepších vlastností použitých materiálů). Po ukončení životnosti (tedy např. po pátém nasazení buňky) by se opět měly zrecyklovat všechny použité materiály s výjimkou ocelové kostry, která by byla použita na výrobu další buňky pro dalších 5 použití. Po přepočítání nákladů použitou metodou vychází stejná částka, jako je cena referenční buňky dostupné v současnosti.

Třetí varianta nazvaná „plechová“ počítá s materiály běžně používanými pro obytné kontejnery. Z toho důvodu je jí přiřazená i stejná životnost jako u kontejneru dostupného na trhu. Vypočtené náklady jsou však vyšší než cena referenční buňky, protože tyto náklady musí zohledňovat výhody EDHU (dvojnásobná kapacita při stejné velikosti).

Návrh EDHU by měl zohlednit výsledky této analýzy, tj. měl by být proveden v jedné ze tří zvažovaných variant s tím, že náklady na pořízení by měly co nejméně převyšovat vypočtené hodnoty.

Mimo pořizovací náklady by měly být minimalizovány také náklady na skladování, přepravu, montáž, provoz a demontáž. Snížení nákladů na skladování a přepravu EDHU oproti skladování a přepravě běžných kontejnerů lze dosáhnout lepším využitím skladovaného, resp. přepravovaného objemu. Náklady na montáž a demontáž je možné snížit zajištěním menšího počtu kontejnerů, se kterými je nutno manipulovat. Oba tyto požadavky zvýhodňují skládací řešení buňky.

Provozní náklady je možné ovlivnit kvalitou obálky EDHU. Náklady spojené s provozováním zdrojů energie nelze ovlivnit konstrukčním řešením buňky. Problematika je obdobná jako v případě provozních energií a emisí popsanych v předchozí kapitole 5.1.4.

Náklady na dekonstrukci a recyklaci EDHU na konci její životnosti by měly být minimalizovány vhodnou volbou výrobních postupů, které nebudou znesnadňovat nebo znemožňovat odstranění jednotlivých materiálů v opačném pořadí, než byly zabudovány.

5.2 Návrh nosné konstrukce EDHU

Hlavní nosnou konstrukcí je ocelový kontejnerový rám s teleskopickými sloupy. Konstrukce je doplněna sekundárními nosnými prvky, které se podílí na ztužení hlavní nosné konstrukce a přenášejí některá zatížení. Schémata nosné konstrukce v půdorysu, řezu složenou konstrukcí a řezu rozloženou konstrukcí jsou ukázána na následujících obrázcích.

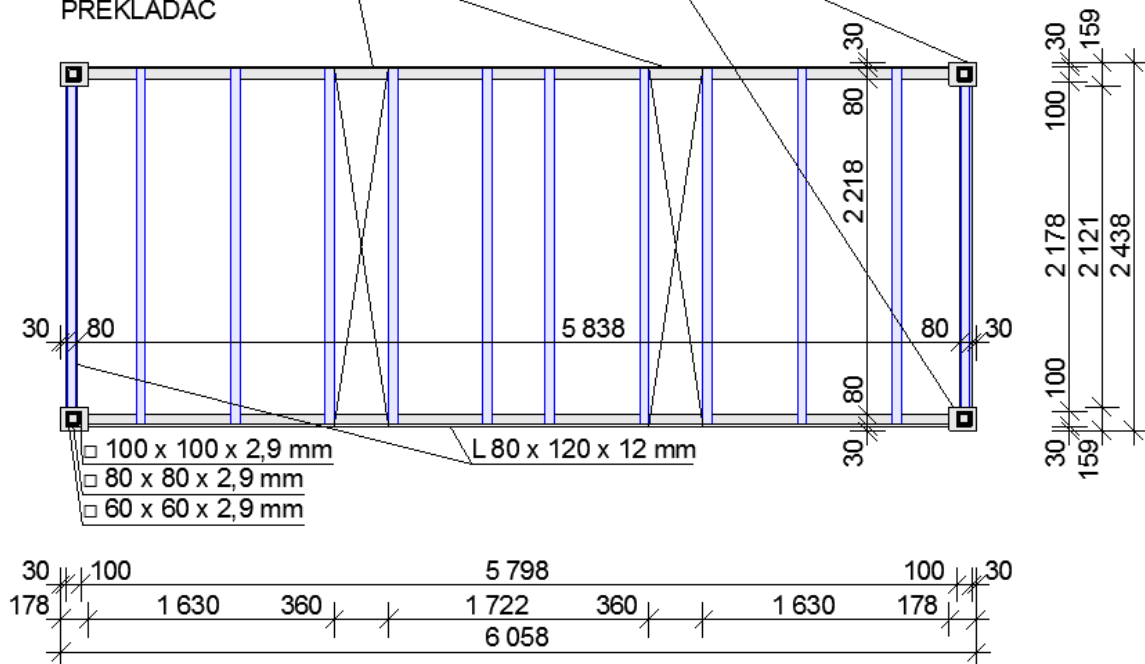
PŮDORYS NOSNÉ KONSTRUKCE KONTEJNERŮ EDHU

V POHLEDU JE VYKRESLENA NOSNÁ KONSTRUKCE PODLAHY (STROPU NAD VENKOVNÍM PROSTOREM)

- HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE V ŘEZU (SLOUPY)
- HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE V POHLEDU (VODOROVNÉ PROFILY)
- SEKUNDÁRNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE V POHLEDU (STROPNÍ NOSNÍKY)

ROHOVÉ MANIPULAČNÍ PRVKY KONTEJNERU

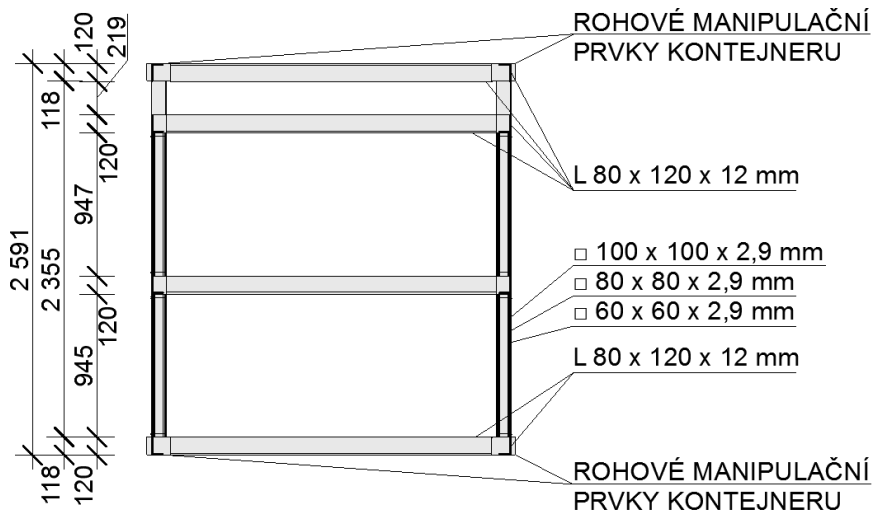
MANIPULAČNÍ OTVORY
PRO VIDLICOVÝ
PŘEKLADAČ



Obr. 5.2.1 Půdorys nosné konstrukce EDHU (M 1:50)

ŘEZ SLOŽENOU NOSNOU KONSTRUKCÍ EDHU

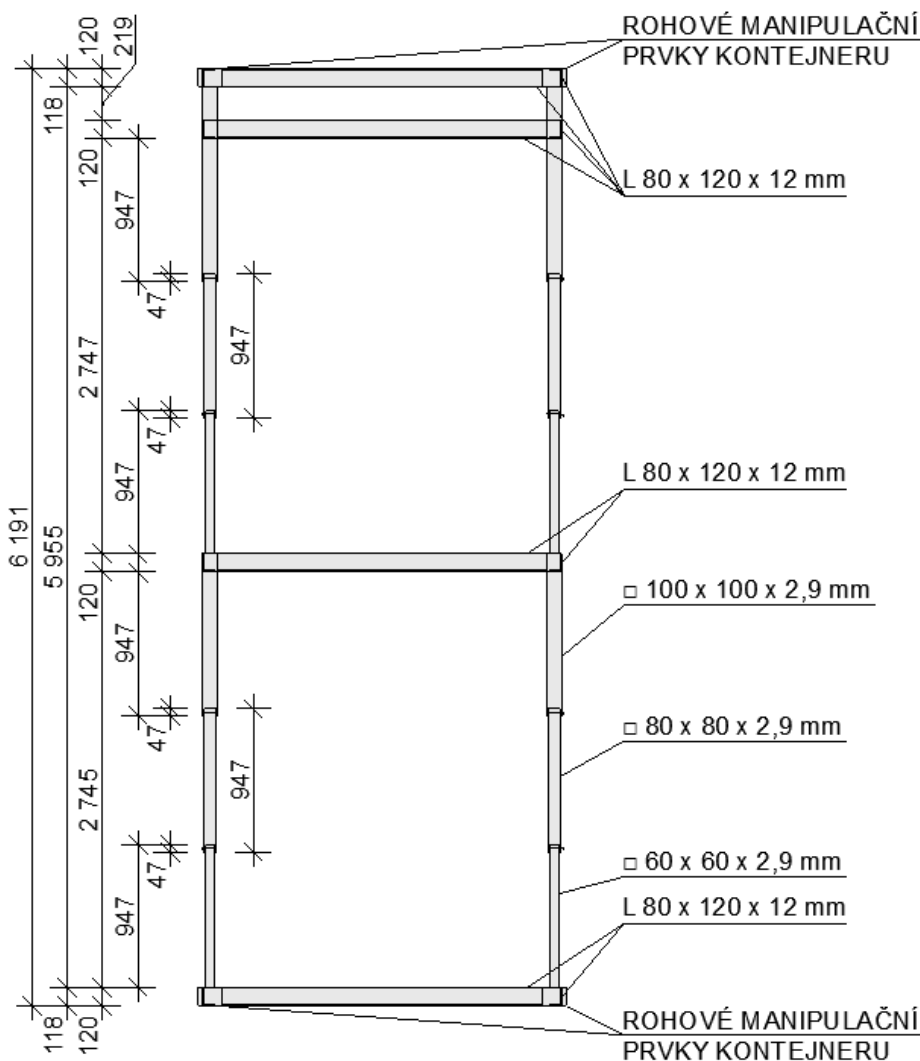
U SLOUPŮ V POHLEDU JE NAZNAČENO JEJICH VNITŘNÍ ČLENĚNÍ NA 3 ČÁSTI



Obr. 5.2.2 Řez hlavní nosnou konstrukcí EDHU ve složeném stavu (M 1:50)

ŘEZ ROZLOŽENOU NOSNOU KONSTRUKCÍ EDHU

U SLOUPŮ V POHLEDU JE NAZNAČENO JEJICH ČLENĚNÍ A VZÁJEMNÉ PŘESAHY



Obr. 5.2.3 Řez hlavní nosnou konstrukcí EDHU v rozloženém stavu (M 1:50)

5.2.1 Konstrukční materiály

V rozích kontejnerového rámu jsou umístěny unifikované rohové manipulační prvky dle ISO 668. [2] Materiálem těchto prvků je ocel třídy SCW 49, tj. nelegovaná ocel na odlitky pro svařované konstrukce. [65] [66]

Materiálem nosných profilů je ocel třídy S 355 J0 +AR, tj. konstrukční ocel s mezí kluzu 355 MPa, jakostním stupněm J0, ve stavu bez zušlechťování. Jsou použity nerovnoramenné úhelníky a čtvercové trubky válcované za tepla.

Jako materiál spojovacích prostředků (šroubů) je navržena ocel pro šrouby 8.8, tj. ocel s mezí kluzu 640 MPa a mezí pevnosti 800 MPa. Předpokládá se, že spojovací prostředky budou žárově zinkované.

Provedení svařovaných spojů se předpokládá technologií MAG, tj. automatické svařování elektrickým obloukem v ochranné atmosféře. Případné detaily a drobné svary je možné provést technologií MMA, tj. ručním svařováním elektrickým obloukem.

Celá konstrukce s výjimkou spojovacích prostředků v rozebíratelných spojích by měla být chráněna nátěrem proti korozi. Lakování je potřeba provést až po dokončení všech nerozebíratelných spojů.

5.2.2 Vodorovné profily

Rohové prvky kontejneru jsou propojeny vodorovnými úhelníky o velikosti 80 x 120 x 12 mm (šířka x výška x tloušťka plechu), které společně s rohovými prvky tvoří tuhé rámy. Spodní rám slouží zároveň k uložení stropního panelu 1. podlaží.

Vodorovné úhelníkové rámy jsou dále umístěny ještě v dalších dvou výškových úrovních, tentokrát už bez rohových prvků. Do těchto rámu jsou uloženy stropní panel 2. podlaží a nosný panel střechy.

V případě buňky v rozloženém stavu se úhelníky podílí na přenášení svislého zatížení pouze částečně, protože jsou v tomto stavu doplněny sekundární nosnou konstrukcí (stěnami). Vlastní tíhu buňky, užité zatížení a zatížení sněhem tak přenáší stěnové nosníky na celou výšku buňky, jejichž součástí jsou i řešené vodorovné úhelníky.

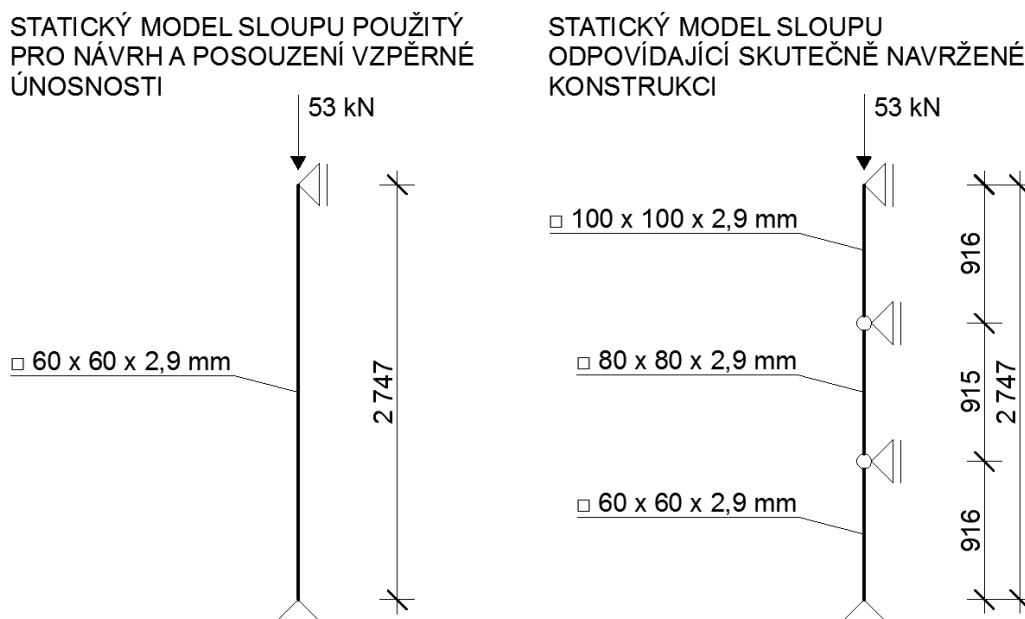
U buňky ve složeném stavu a v montážním stavu, kdy dochází k rozkládání stěn, přenáší úhelníky vlastní tíhu příslušného vodorovného dílce (střechy, stropu nebo podlahy) a tíhu stěnových dílců, které jsou s vodorovným dílcem spojené. V tomto stavu nepůsobí užité zatížení a není uvažováno se zatížením sněhem. Návrh a zjednodušené posouzení vodorovných profilů je provedeno na základě montážního stavu, výpočet je uveden v příloze P1.

Podélné profily spodního vodorovného rámu jsou ve dvou místech opatřeny otvory ve stojině. Je tak umožněna manipulace s kontejnerem pomocí vidlicového překladače. Z důvodu zachování únosnosti celého profilu je nutné stojiny úhelníků v okolí otvorů zesílit přídatným plechem.

5.2.3 Svislé profily

Svislou část kontejnerového rámu tvoří teleskopické sloupy z čtvercových trubek 100 x 100 x 2,9 mm, 80 x 80 x 2,9 mm a 60 x 60 x 2,9 mm (půdorysné rozměry $a \times b \times$ tloušťka plechu). Ve složeném stavu jsou trubky zasunuté do sebe a zmenšují tak výškovou vzdálenost mezi vodorovnými úhelníky na třetinu. V rozloženém stavu na sebe trubky výškově navazují, vzájemně mají drobné přesahy.

Sloupy jsou navrženy a zjednodušeně posouzeny jako prizmatické pruty, tj. je uvažován nejmenší průřez na celou výšku sloupu. Je provedeno pouze posouzení vzpěrné únosnosti sloupu. Výpočet je uveden v příloze P1. Přestože výpočet ukazuje, že není nutné zkracovat vzpěrnou délku sloupu, je uvažováno přikotvení sloupu ocelovými lankami k rozloženým stěnám. Důvodem je aktivace ztužující funkce stěn a zajištění stability skutečného sloupu coby ne-prizmatického prutu s klouby v místě spojů trubek. Statické schéma prutu uvažovaného ve výpočtu a statické schéma blízké se reálně navrženému prvku ukazuje Obr. 5.2.3.1.



Obr. 5.2.3.1 Statické schéma sloupu

K zajištění sloupů jsou navržena ocelová nerezová lanka o průměru 1,5 mm. Každá část lanka je kotvená ke konstrukci stěny, ke které je sloup kotven. Po rozložení konstrukce se obě části lanka spojí jednoduchým, ručně upevnitelným spojovacím a napínacím prostředkem. Příklad takového zařízení ukazuje Obr. 5.2.3.2.



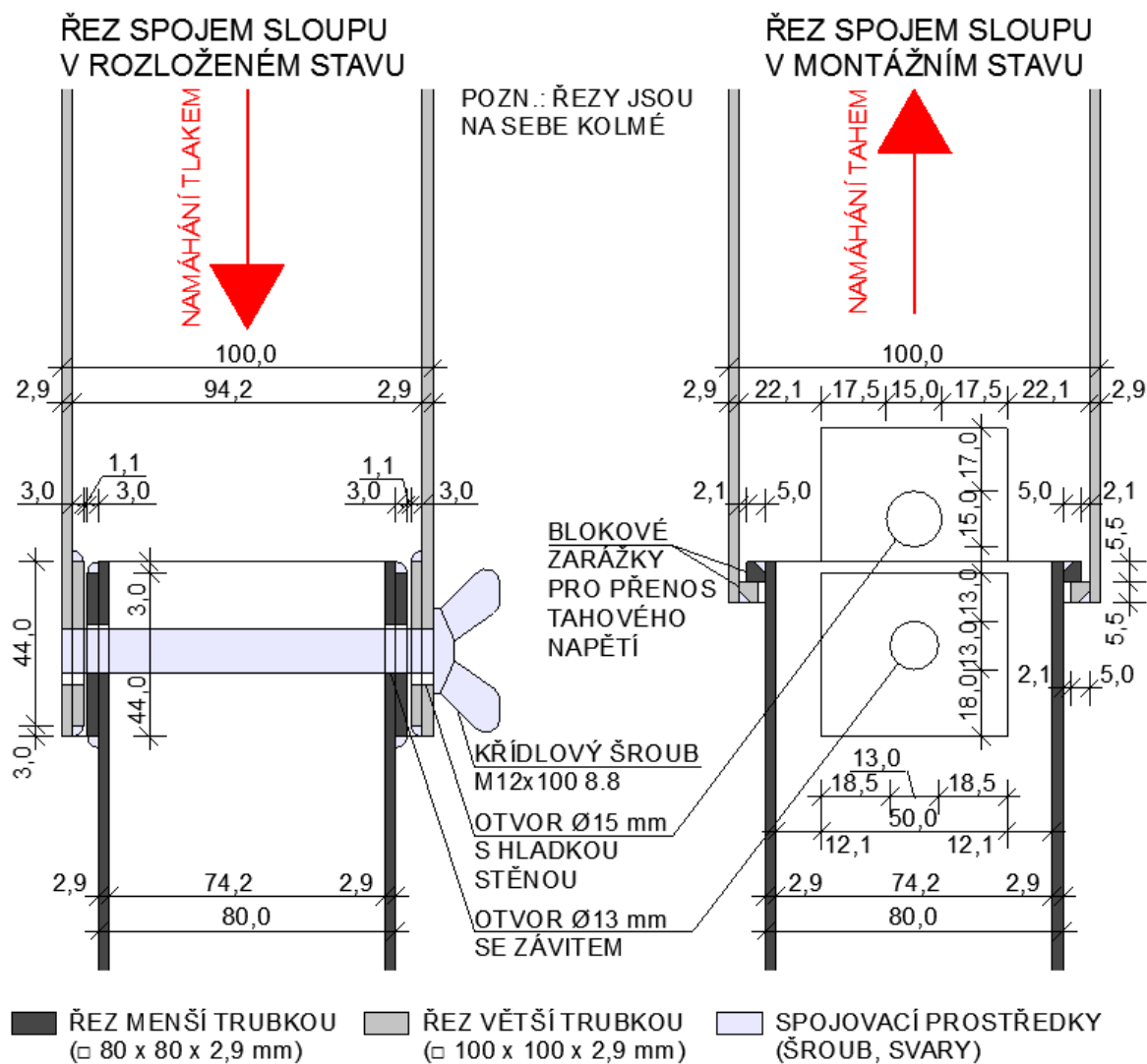
Obr. 5.2.3.2 Napínací zařízení pro málo namáhaná lanka [67]

V dané poloze (zasunuté nebo vysunuté) jsou trubky fixovány pomocí šroubů. V příloze P1 jsou navrženy a posouzeny šrouby M12x100 8.8. Pro účely zjednodušení manipulace jsou navrženy křídlové šrouby, předpokládá se montáž a demontáž buňky bez použití pracovního nářadí. Závit by měl být na celém dřívku šroubu. Prostorové souvislosti (kontakt sloupu se stěnou v rozloženém stavu) neumožňují zajištění šroubu maticí, proto je závit navržen vždy do menší ze spojovaných trubek. Z důvodu nedostatečné únosnosti v otlacení musí být trubky v místě šroubových spojů zesíleny přídatnými plechy o tloušťce 3 mm. Svary, kterými jsou zesilovací plechy připojeny, jsou posouzené v příloze P1. Je navržen svar s účinnou výškou 3 mm (částečně zapuštěný do připojovaného prvku) o celkové délce 200 mm, tj. každý z plechů bude mít 50 mm dlouhý svar při horní a spodní hraně.

U složené buňky spojují 2 šrouby (ve dvou výškových úrovních) všechny 3 trubky a přenáší tak tahové napětí ve sloupech při zavěšení konstrukce na jeřábu. Tlakové napětí ve sloupech u složené buňky (pokud je konstrukce uložena např. ve skladu) je přenášeno kontaktem trubek s rohovými prvky kontejneru a vodorovnými profily. Při skladování nemusí nést složené sloupy výhradně vlastní tíhu, ale navíc i tíhu několika dalších kontejnerů, které jsou na řešený kontejner stohovány.

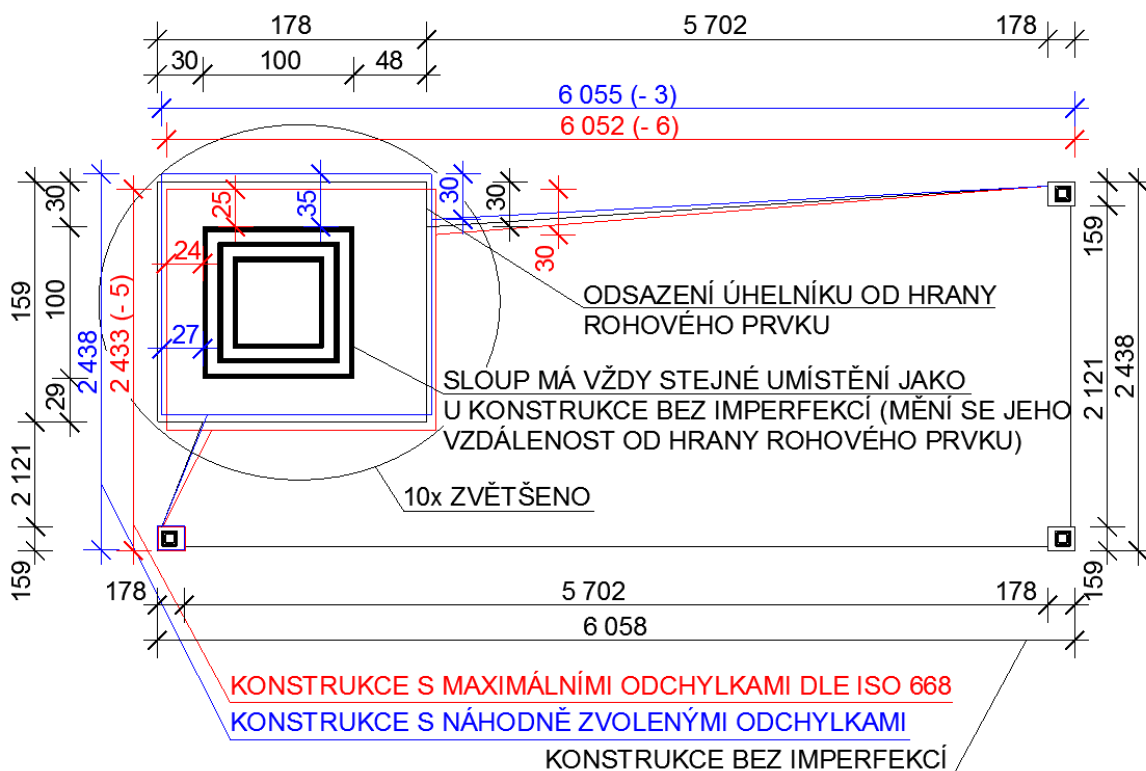
U rozložené buňky prochází každý šroub přesahem dvou trubek, tj. opět ve dvou výškových úrovních. V tomto stavu přenáší šrouby tlakové napětí ve sloupech.

Tahové napětí ve sloupech v montážním stavu (během rozkládání a skládání buňky) není přenášeno šrouby, protože výše popsané spoje musí být během montáže uvolněny. K přenášení tahu jsou proto trubky opatřeny blokovými zářezky na stranách rovnoběžných se šroubem. Poloha zářezek zároveň definuje maximální vysunutí sloupů, které je pro jeden sloup o 74 mm větší než výška sloupu v rozloženém stavu. Toto vysunutí umožňuje rozložení nebo složení stěn (viz kapitola 5.3.1). Detail výše popsaného šroubového spoje a blokové zářezky je ukázán na Obr. 5.2.3.3.



Obr. 5.2.3.3 Detail spoje teleskopického sloupu (M 1:2)

Spoje sloupů s rohovými prvky kontejnerového rámu jsou navrženy jako tuhé svařované styčníky. Dimenze sloupů a umístění těchto spojů poskytují určitou rezervu pro nepřesnosti při výrobě. Vodorovné rámy, které nebudou mít větší imperfekce, než dovoluje norma ISO 668, se tak mohou vzájemně tvarově lišit, a i přesto bude zajištěna možnost spojit každý sloup s rohovým prvkem. [2] Příklad imperfekcí a jejich vliv na umístění sloupů je ve zvětšeném měřítku ukázán na Obr. 5.2.3.4. Sloupy by měly být vždy svislé, aby nebyla omezena možnost skládání a rozkládání konstrukce.



Obr. 5.2.3.4 Umístění sloupu mezi tvarově odlišné vodorovné rámy (M 1:50, zvětšení 1:5)

5.2.4 Zajištění prostorové tuhosti

U EDHU je uvažováno ztužení konstrukce ve 4 vodorovných rovinách (výškové úrovně stropů a střechy) a 4 svislých rovinách (stěny).

Vodorovné ztužující konstrukce jsou tvořeny tuhými rámy z ocelových úhelníků, které jsou součástí hlavní nosné konstrukce.

Tuhost ve svislých rovinách je zajištěna sekundárními nosnými konstrukcemi – stěnami. Ty jsou tvořeny dřevěnými sloupky opláštěnými konstrukčními deskami z vnitřní strany. K aktivaci ztužující konstrukce slouží objímky z ocelového lanka, které po rozložení konstrukce svazují sloup hlavní nosné konstrukce se stěnami a přenášejí tak do nich vodorovné síly tahem. Druhou funkcí lanek je zkrácení vzpěrné délky sloupů.

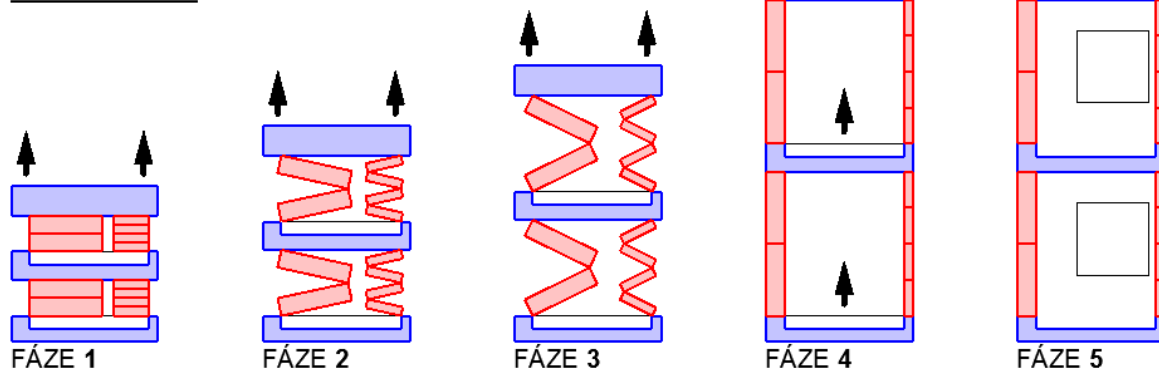
Ve složeném stavu sekundární nosná konstrukce nepůsobí (je v jiné poloze), tuhost je zajištěna pouze tuhými styky sloupů s vodorovnými částmi nosné konstrukce.

5.3 Návrh obálky EDHU

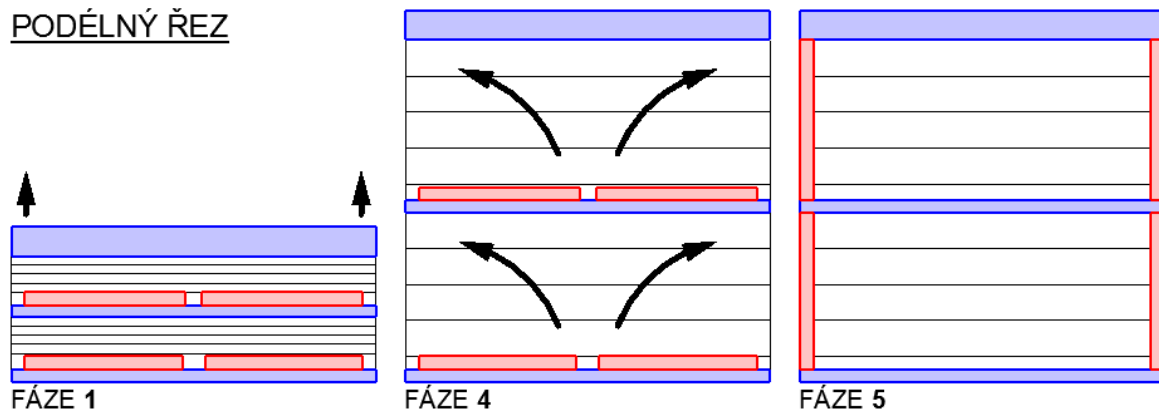
5.3.1 Princip skládání EDHU

Na rozdíl od teleskopických sloupů jsou stěny EDHU skladatelné tak, že se jejich části otáčejí kolem vodorovných os. Princip skládání a rozkládání buňky je představen na Obr. 5.3.1.1. Toto schéma nezobrazuje přesně reálný postup, ale názorněji ukazuje možnosti pohybu jednotlivých částí a tím i systém rozkládání. Reálný postup rozložení je zdokumentován na sérii fotografií fyzického modelu konstrukce v měřítku 1:10. Pomocí šipek doplněných na fotografie je znázorněno, za které manipulační prvky je uchycen jeřábový vazák a kterým směrem by se jednotlivé části měly pohybovat.

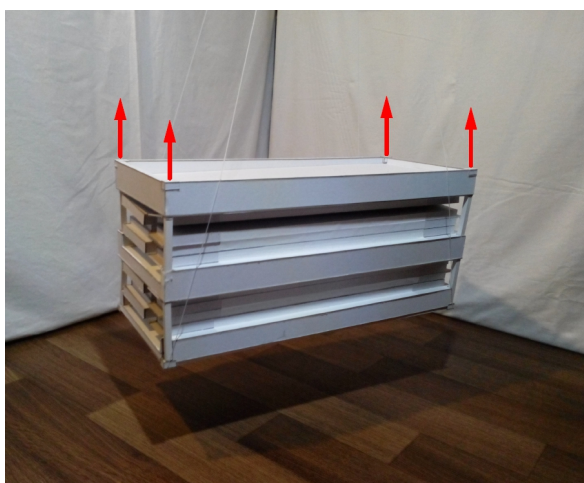
PŘÍČNÝ ŘEZ



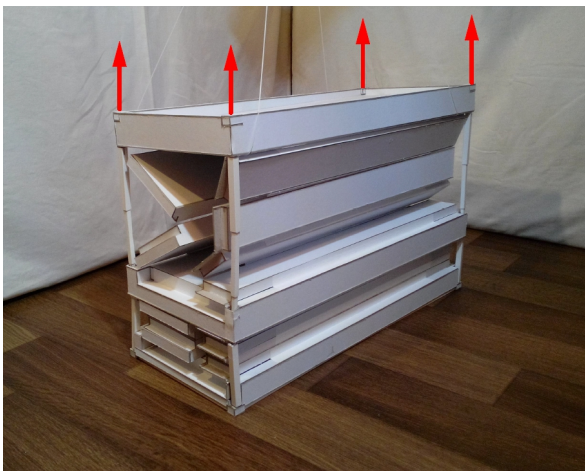
PODÉLNÝ ŘEZ



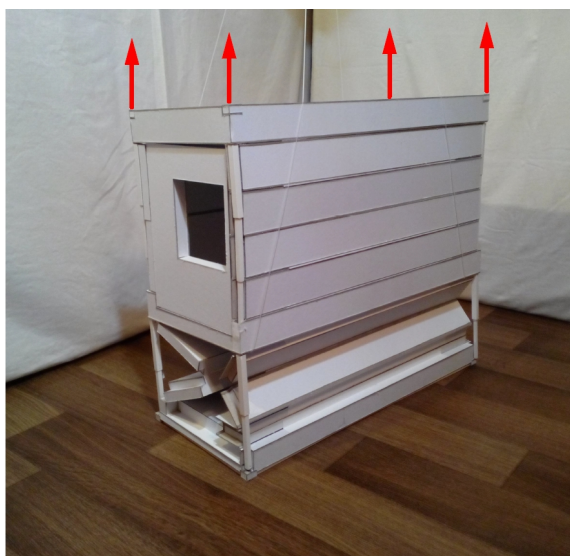
Obr. 5.3.1.1 Princip rozkládání EDHU



Obr. 5.3.1.2 (vlevo) Reálný postup rozkládání EDHU – přemístění buňky pomocí jeřábu
Obr. 5.3.1.3 (vpravo) Reálný postup rozkládání EDHU – buňka ve složeném stavu



Obr. 5.3.1.4 (vlevo) Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání horních podélných stěn
 Obr. 5.3.1.5 (vpravo) Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání horních příčných stěn



Obr. 5.3.1.6 (vlevo) Reálný postup rozkládání EDHU – buňka s rozloženým horním podlažím
 Obr. 5.3.1.7 (vpravo) Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání spodních podélných stěn



Obr. 5.3.1.8 (vlevo) Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání spodních příčných stěn
 Obr. 5.3.1.9 (vpravo) Reálný postup rozkládání EDHU – buňka v rozloženém stavu

Na předchozích obrázcích je možné vidět, že konstrukce je tvořena třemi pevnými částmi, které během rozkládání mění pouze svoji výškovou polohu, a šestnácti pohyblivými (otočnými) částmi.

Spodní a střední vodorovná část je tvořena stropní konstrukcí a částmi podélných stěn. Mezi těmito nízkými stěnovými dílci je tak vytvořen prostor pro sklopení příčných stěn do vodorovné polohy. Dílce příčných stěn nejsou nijak dělené, každý z nich má pouze jednu osu otáčení.

Podélné stěny mají 3, resp. 5 os otáčení, které umožňují jejich složení na podklad tvořený příčnou stěnou. Jedna z podélných stěn je rozdělená na 2 části o výšce 1 200 mm, druhá na 4 části o výšce 600 mm, přičemž její celková tloušťka musí být přesně poloviční oproti tloušťce první stěny. Vzájemným pootáčením se pak při skládání dostávají tyto části stěny do vodorovné polohy.

Horní část konstrukce je tvořena střešním dílcem, který dosedne na složené konstrukce ve vodorovné poloze a zůstává tak střešou i pro složený kontejner.

Postup rozložení EDHU:

1. osazení buňky na podkladní patky pomocí jeřábu, uchycením za horní rohové prvky,
2. ruční odejmutí křídlových šroubů ze sloupů v horní části buňky,
3. zdvižení konstrukce pomocí jeřábu, uchycením za horní rohové prvky buňky,
4. dovedení horních podélných stěn do svislé polohy případným ručním impulsem (pokud se provádí zevnitř buňky, měla by být použita dočasná konstrukce, která zabrání samovolnému složení buňky v případě poruchy jeřábu),
5. ruční zajištění horních sloupů v rozložené poloze pomocí křídlových šroubů a lanek,
6. uchycením a tahem jeřábu za jeřábové oko v horní části příčné stěny uvedení příčné stěny do svislé polohy (postupně pro obě horní příčné stěny),
7. zajištění příčných stěn ve svislé poloze sklopením (otočením) zajišťovacích prvků ze střešního dílu,
8. ruční odejmutí křídlových šroubů u spodních sloupů – obdobně jako v bodě 2.,
9. zdvižení konstrukce za horní rohové prvky buňky obdobně jako v bodě 3., zde se však rozkládá spodní podlaží a tah je přenášen rozloženými horními sloupy,
10. dovedení spodních podélných stěn do svislé polohy – obdobně jako v bodě 4.,
11. ruční zajištění spodních sloupů – obdobně jako v bodě 5.,
12. uvedení spodních příčných stěn do svislé polohy – obdobně jako v bodě 6.,
13. zajištění příčných stěn ve svislé poloze – obdobně jako v bodě 7. (v tomto případě zajišťovacími prvky ze stropního dílce),
14. rozložení nábytku ze stěn EDHU.

5.3.2 Konstrukční materiály

Vzhledem k technické a ekonomické náročnosti spojů a vlastnostem materiálů dostupných na trhu byly zvoleny materiály odpovídající variantě 2 z ekonomické analýzy provedené v kapitole 5.1.5.

Jako jednotný materiál pro konstrukční, fasádní i vnitřní krycí desky byl zvolen materiál PackWall, který na českém trhu nabízí výrobce Flexibau. Jedná se o desky z recyklovaných nápojových kartonů, které by měly být alternativou konstrukčních OSB desek i sádkartonových pohledových desek. Jejich výhodou oproti OSB deskám je využívání odpadu jako zdroje surovin, plnohodnotná recyklovatelnost (za předpokladu, že desky nejsou znečištěné silikáty) a nižší cena. Mechanické vlastnosti (pevnosti, modul pružnosti) jsou zjednodušeně 75% až 80% oproti OSB deskám. Faktor difúzního odporu je u v současnosti vyráběných desek 111, ale je možná i úprava výrobní technologie (mikroperforace) pro jeho snížení přibližně na 25. [32] [84] Takto upravené desky jsou dále v textu označeny jako „upravený PackWall“. Materiálové vlastnosti tedy umožňují použití desky jako nosné i nenosné, u vnitřního i vnějšího povrchu konstrukce.

Na nosníky a sloupky sekundárních nosných konstrukcí je použito dřevo, konkrétně hoblované konstrukční řezivo. Kostry přiléhajících nenosných konstrukcí (podlahy, podhledy, předstěny, kostra pod fasádními deskami, spádové klíny ve střeše) mohou být tvořeny latěmi z rostlého dřeva, protože na jejich vlastnosti nejsou kladeny tak velké nároky.

Jako tepelná izolace byla vybrána foukaná celulóza. Toto rozhodnutí bylo provedeno na základě úvahy o provozních a svázaných emisích, energii a o provozních a pořizovacích nákladech prezentované v kapitolách 5.1.4 a 5.1.5. Foukaná celulóza má sice oproti běžně používaným izolacím horší součinitel tepelné vodivosti (projeví se ve větší provozní spotřebě, provozních emisích i provozních nákladech), ale ve srovnání s nimi má výrazně nižší svázanou energii i emise a její cena je velmi nízká. [68] [69]

Jako střešní krytina je navržena fóliová hydroizolace z PVC-P. Je vhodné, aby faktor difúzního odporu hydroizolace byl co nejnižší a aby součástí hydroizolačních pásů byla podkladní geotextilie (případně je nutné ji použít jako podklad samostatně).

Dle výsledků výpočtu kondenzačních zón ve 2D vlhkostním poli je nutné, aby všechny konstrukce obálky EDHU byly difúzně polouzavřené (viz kapitola 5.3.5). Jako parozábrana je pro všechny konstrukce použita lehká parotěsná PE fólie s ekvivalentní difúzní tloušťkou 1 500 m.

5.3.3 Popis konstrukcí obálky EDHU

Podlaha a strop nad venkovním prostorem jsou tvořeny sekundární nosnou konstrukcí z dřevěných nosníků 60 x 120 mm v osových vzdálenostech 625 mm (2 ks na 1,25 m) a podlahovým souvrstvím. Ze spodní strany jsou nosníky opatřeny konstrukční deskou z materiálu PackWall, která má tloušťku 18 mm a její difúzní odpor je snížen mikroporacemi. Deska s nosníky tvoří nosný panel, ten je vložený do kontejnerového rámu z ocelových úhelníků.

Z důvodu úspory tloušťky podlahového souvrství není navržena běžná plovoucí podlaha, ale pouze roznášecí vrstva s funkcí vrstvy nášlapné a s omezenou funkcí útlumu kročejového hluku. Je tvořena dřevěnými latěmi 40 x 34 mm v osových vzdálenostech 312,5 mm (4 ks na 1,25 m), které jsou uloženy kolmo na stropní nosníky, a jednou deskou PackWall o tloušťce 18 mm.

Mezi latě podlahy a stropní nosníky je vložena parozábrana, přes kterou by v této poloze neměly procházet žádné spojovací prostředky. Prostor mezi nosníky i mezi latěmi je vyplněn tepelnou izolací.

Tab. 5.3.3.1 Skladba podlahy a stropu nad venkovním prostorem

| Skladba podlahy a stropu nad venkovním prostorem | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|--|-----------------|---|
| nášlapná a roznášecí deska podlahy – PackWall | 18 mm | 190 mm |
| roznášecí rošt podlahy z dřevěných latí 40 x 34 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 34 mm | |
| parozábrana – parotěsná PE fólie | - | |
| stropní nosníky z konstrukčních hranolů 60 x 120 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 120 mm | Součinitel prostupu tepla 0,27 W/m ² .K |
| vnější pohledová a konstrukční deska – upravený PackWall | 18 mm | |

Jako **vnější stěna** je dále v textu označována podélná a příčná stěna s větší tloušťkou než zbylé stěny, která zůstává vnější (obvodovou) stěnou i v sestavě EDHO. Je tvořena sekundární nosnou sloupkovou konstrukcí z řeziva 60 x 120 mm, vnitřní konstrukční deskou, fasádní vrstvou a v některých místech předstěnou.

Konstrukční deska je z materiálu PackWall, má tloušťku 18 mm a běžný difúzní odpor (viz kapitola 5.3.2). Mezi konstrukční desku a dřevěné sloupky bude vložena parozábrana.

Fasádní vrstva je tvořena vodorovnými latěmi 40 x 64 mm (kolmými na sloupky) a vnější fasádní deskou PackWall o tloušťce 18 mm. Tato deska musí mít upravený difúzní odpor (viz kapitola 5.3.2).

Předstěna je tvořena kostrou z latí 40 x 62 mm a vnitřní pohledovou deskou PackWall. V místech, kde konstrukce nemá předstěnu (ve složeném stavu je zde složen nábytek – viz kapitola 5.4), má konstrukční deska na sloupkové konstrukci zároveň pohledovou funkci.

Prostor mezi sloupky, kostra fasády i kostra předstěny jsou vyplněny tepelnou izolací.

Tab. 5.3.3.2 Skladba vnější stěny

| Skladba vnější stěny | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|---|
| vnitřní pohledová deska – PackWall | 18 mm | s předstěnou 300 mm |
| kostra předstěny z dřevěných latí 40 x 62 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 62 mm | |
| konstrukční deska – PackWall | 18 mm | bez předstěny 220 mm |
| parozábrana – parotěsná PE fólie | - | |
| sloupková konstrukce z konstrukčních hranolů 60 x 120 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 120 mm | |
| kostra fasády z dřevěných latí 40 x 64 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 64 mm | Součinitel prostupu tepla 0,23 W/m ² .K |
| vnější fasádní deska – upravený PackWall | 18 mm | |

Jako **vnitřní stěna** je označována podélná a příčná stěna s menší tloušťkou než stěny vnější. Vnitřní stěna by v případě samostatné obytné buňky měla funkci vnější (obvodové) stěny, ale v rámci sestavy EDHO je stěnou vnitřní (přiléhá k sousední buňce). Je tvořena sekundární nosnou sloupkovou konstrukcí z řeziva 60 x 64 mm, resp v místech, kde není složen nábytek, 60 x 114 mm, vnitřní konstrukční deskou PackWall a vnější fasádní deskou PackWall. Obě desky mají tloušťku 18 mm, vnitřní deska má neupravené difúzní vlastnosti, zatímco difúzní odpor vnější desky je snížen mikroperforací. Prostor mezi sloupky je vyplněn tepelnou izolací.

Tab. 5.3.3.3 Skladba vnitřní stěny

| Skladba vnitřní stěny | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|--|-----------------|-------------------------------|
| vnitřní pohledová a konstrukční deska – PackWall | 18 mm | |
| sloupková konstrukce z konstrukčních hranolů 60 x 64 (114) mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 64 (114) mm | v místě s nábytkem 100 mm |
| vnější fasádní a konstrukční deska – upravený PackWall | 18 mm | v místě bez nábytku 150 mm |

Vnitřní stropní konstrukce je tvořena dřevěnými nosníky 60 x 160 mm uloženými příčně do rámu z ocelových úhelníků. Na nosníky je uložena podlaha stejné konstrukce jako u podlahy nad venkovním prostorem (s výjimkou parozábrany, která pro tuto konstrukci není nutná). Na spodní straně stropních nosníků je navržen podhled obdobné konstrukce jako podlaha, tedy latě (v tomto případě o průřezu 40 x 22 mm) vedené kolmo na stropní nosníky a deska PackWall o tloušťce 18 mm. Foukaná celulóza, tentokrát s funkcí akustické izolace (porézního pohlcovače) je uložena do podhledu a částečně i mezi stropní nosníky (celková tloušťka 122 mm).

Protože se jedná o jedinou konstrukci, která odděluje 2 obytné prostory (požární úseky) a zároveň není obálkou kontejneru, je nutné věnovat pozornost požární odolnosti konstrukce. Dle ČSN 73 0802 by požadovaná doba požární odolnosti byla 30 minut. [7] Pokud ale EDHU bude dle předpokladu součástí vybavení Armády České republiky, konkrétní požadavek na požární řešení buněk pro nouzové bydlení stanoví Odbor státního dozoru Ministerstva obrany zajišťující výkon zvláštního požárního dozoru (vojenský požární dozor) dle zákona č. 133/1985 Sb. [8] Požadavek na požární odolnost by tak mohl být odlišný od požadavků státního požárního dozoru. Vzhledem k tomu, že je v konstrukci použit netypický deskový materiál, bylo by pro stanovení požární odolnosti nutné provést požární zkoušku konstrukce.

Tab. 5.3.3.4 Skladba podlahy a vnitřního stropu

| Skladba podlahy a vnitřního stropu | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|-----------------------------|
| nášlapná a roznášecí deska podlahy – PackWall | 18 mm | |
| roznášecí rošt podlahy z dřevěných latí 40 x 32 mm | 32 mm | 252 mm |
| stropní nosníky z konstrukčních hranolů 60 x 160 mm + akustická izolace z foukané celulózy tl. 100 mm | 100 mm | |
| kostra podhledu z dřevěných latí 40 x 24 mm + akustická izolace z foukané celulózy | 24 mm | |
| spodní pohledová deska – PackWall | 18 mm | |

Nosná **konstrukce střechy** je řešená stejně jako konstrukce stropu, tedy příčně pnutými dřevěnými nosníky s průřezem 60 x 160 mm.

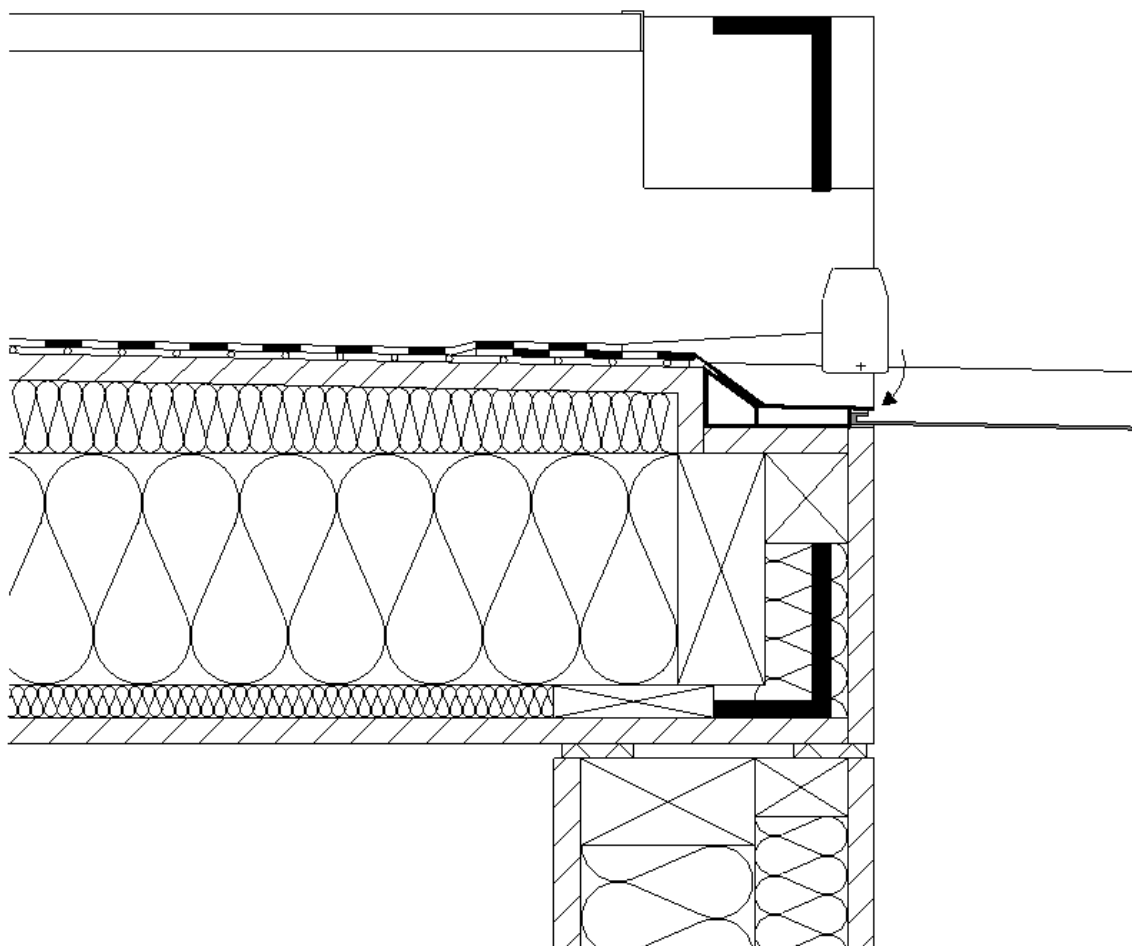
Spodní část skladby střechy tvoří podhled stejné konstrukce jako u stropu. V tomto případě je mezi nosníky a latě podhledu vložena parozábrana.

Na nosníky střechy jsou uloženy dřevěné spádové klíny z řeziva 40 x 150 mm (výška od 40 do 150 mm). Na tyto klíny je uložena deska PackWall o tloušťce 18 mm, s upraveným difúzním odporem (viz kapitola 5.3.2) a mechanicky kotvená hydroizolační fólie podložená geotextilií. Geotextilie má funkci expanzní vrstvy a v atikové části musí být propojena s venkovním prostředím.

Tab. 5.3.3.5 Skladba střechy

| Skladba střechy | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|--|
| hydroizolace z PVC-P, mechanicky kotvená | 1,5 mm | 265 – 375 mm |
| geotextilie | 5 mm | |
| deskový záklop střešní konstrukce – upravený PackWall | 18 mm | |
| dřevěné spádové klíny z řeziva 40 x150 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 40 – 150 mm | Součinitel prostupu tepla 0,17 W/m ² .K |
| stropní nosníky z konstrukčních hranolů 60 x 160 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 160 mm | |
| parozábrana – parotěsná PE fólie | - | |
| kostra podhledu z dřevěných latí 40 x 17 mm + tepelná izolace z foukané celulózy | 17 mm | |
| spodní pohledová deska – PackWall | 18 mm | |

Střecha je spádovaná v podélném směru (spád 2 %) ke dvěma odtokovým místům nad příčnou stěnou s oknem. Tam jsou umístěny 2 propusti skrz atikovou část s odnímatelným prodloužením žlabu, který odvede vodu dále od fasády a nechá jí stékat do zasakovacího místa. Řešení propusti s vyznačením způsobu nasazení žlabu je ukázáno na Obr. 5.3.3.



Obr. 5.3.3 Detail odvodnění střechy EDHU (M 1:5)

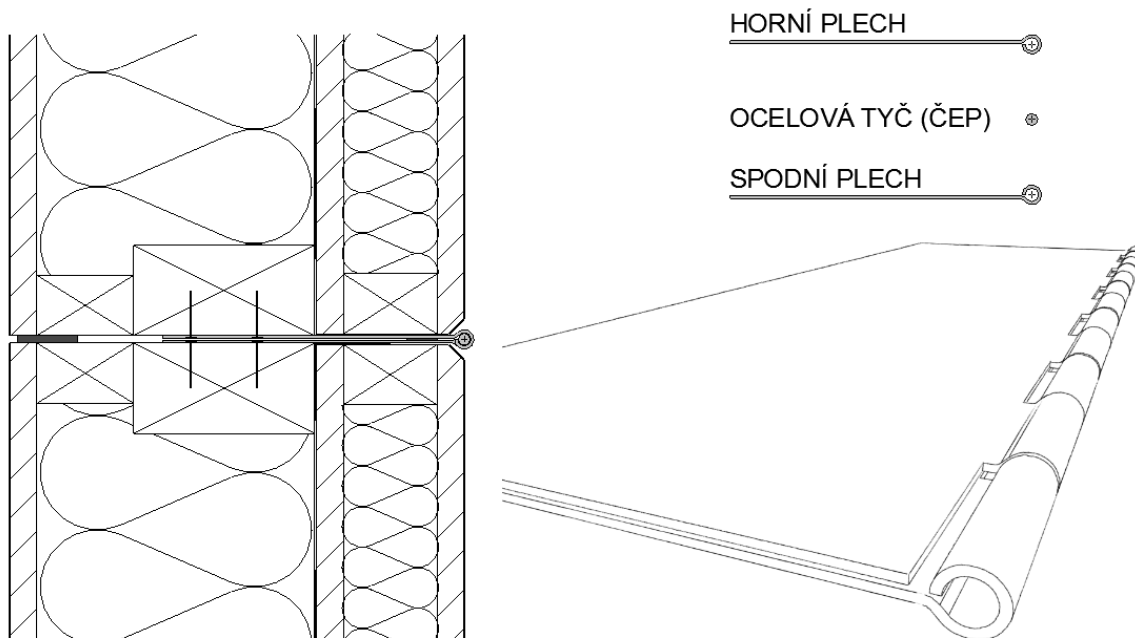
Výkresová dokumentace buňky EDHU ve formě schématického půdorysu a řezu je obsahem přílohy P2.

5.3.4 Klouby skládacích konstrukcí a těsnění montážních spár

Skládací stěny EDHU se otáčí vždy kolem vodorovné osy, která leží na povrchu stěny (střídavě vnitřním a vnějším).

Kloub je tvořen dvěma plechy o tloušťce 2 mm, které jsou orientované podélně se stěnou a každý je pomocí vrutů kotven do jednoho ze stěnových dílců. V místě osy otáčení jsou části plechů v pravidelných vzdálenostech zohýbané do kruhového průřezu tak, aby středy těchto kruhů ležely v jedné přímce, a to pro oba plechy zároveň. Takto vzniklými oky je provlečena ocelová tyč s funkcí čepu. Řešení je ukázáno na *Obr. 5.3.4.1*.

SVISLÝ ŘEZ, M 1:5



Obr. 5.3.4.1 Kloub skládací stěny EDHU (M 1:5)

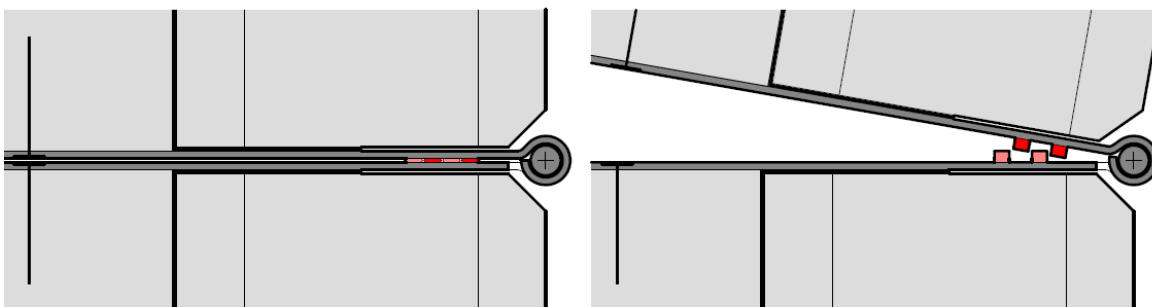
Důvodem pro použití tohoto liniového řešení kloubu je snazší připojení parozábrany ze stěnových dílců na plech. Při použití bodových kloubových prvků by provedení a zachování celistvosti parotěsné vrstvy bylo problematictější. Liniovým řešením je tak zajištěna větší vlhkostní bezpečnost na úkor větší tepelné ztráty vedením skrz ocelový kloubový prvek.

Vzduchotěsnost a omezení tepelné ztráty prouděním přes montážní spáry (nejen s kloubovými spoji) jsou zajištěny dvoustupňovým těsněním z pružného silikonu. Tvary silikonových profilů jsou navrženy tak, aby mohly opakovaně (při každém složení EDHU) a těsně přilnout k oběma povrchům těsněné spáry. Vnitřní profil má zároveň funkci parotěsnící, zatímco vnější profil by měl být vzduchotěsný a vodotěsný (resp. nepropustný pro vodu stékající po fasádě). Tvar těsnění pro spáry s kloubovým prvkem ukazuje *Obr. 5.3.4.2*.

SVISLÝ ŘEZ STĚNOU U VNITŘNÍHO POVRCHU V MÍSTĚ KLOUBU, M 1:2

ROZLOŽENÁ KONSTRUKCE (PO MONTÁŽI)

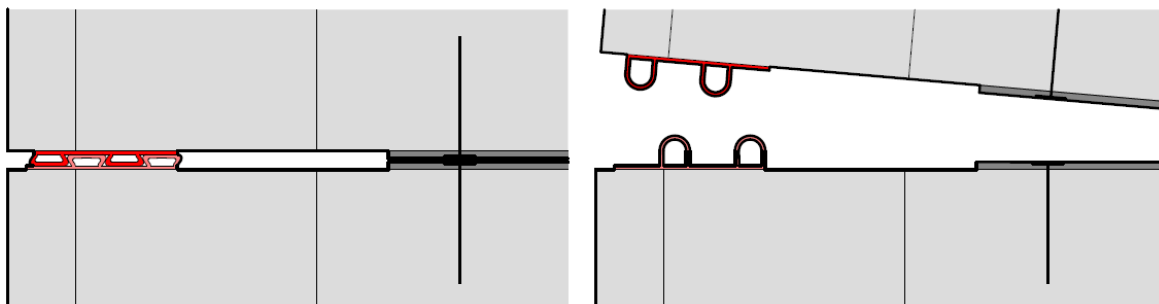
KONSTRUKCE V PRŮBĚHU MONTÁŽE



SVISLÝ ŘEZ STĚNOU U VNĚJŠÍHO POVRCHU V MÍSTĚ KLOUBU, M 1:2

ROZLOŽENÁ KONSTRUKCE (PO MONTÁŽI)

KONSTRUKCE V PRŮBĚHU MONTÁŽE



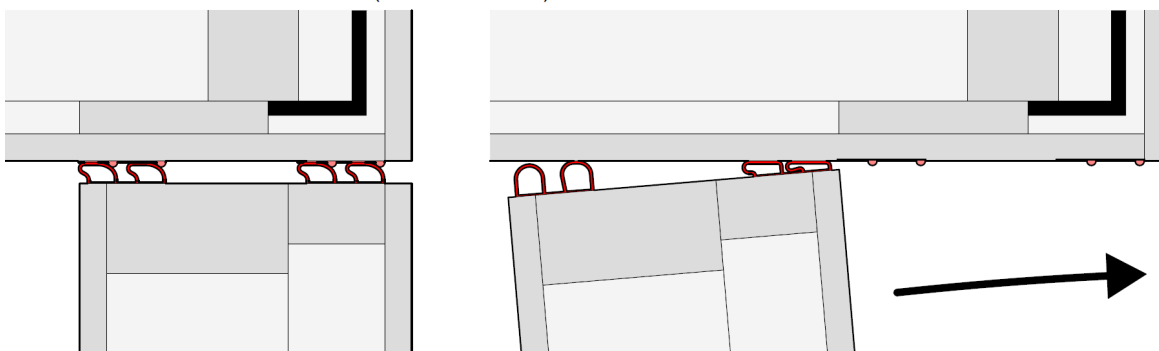
Obr. 5.3.4.2 Tvar těsnících profilů pro spáry s kloubovým prvkem (M 1:2)

Tvar těsnění spár bez kloubového prvku musí odpovídat pohybu dílců při skládání, tedy posunu v rovině spáry. Z toho důvodu se těsnící profily v těchto spárách liší od těsnících profilů v místě kloubového prvku. Tvar těsnění pro spáry bez kloubového prvku ukazuje Obr. 5.3.4.3.

SVISLÝ ŘEZ PŘÍČNOU STĚNOU V MÍSTĚ SPOJE POD STROPEM, M 1:5

ROZLOŽENÁ KONSTRUKCE (PO MONTÁŽI)

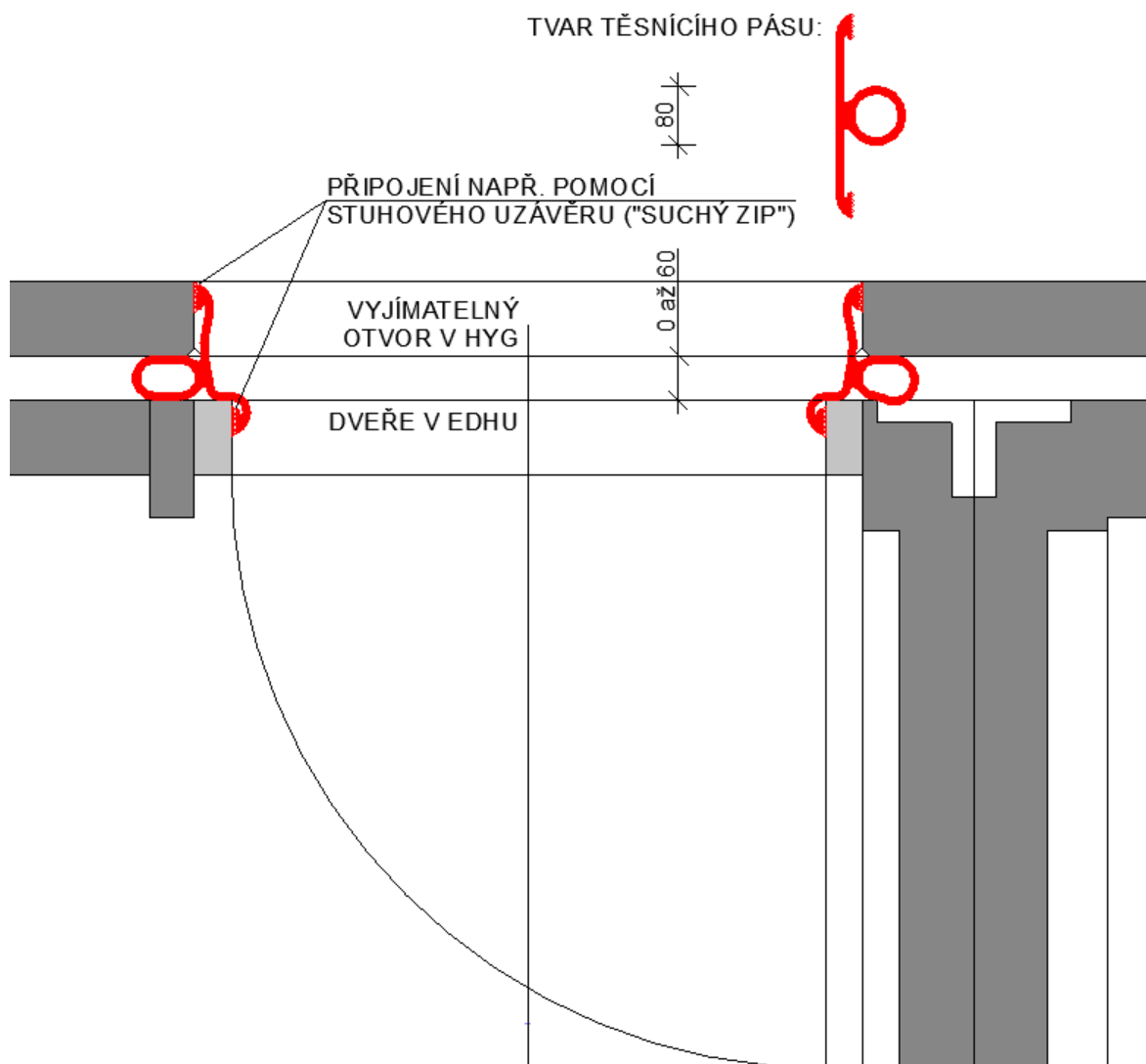
KONSTRUKCE V PRŮBĚHU MONTÁŽE



Obr. 5.3.4.3 Tvar těsnících profilů pro spáry bez kloubového prvku (M 1:5)

Mimo montážní spáry mezi skládacími dílci EDHU je dán požadavek i na utěsnění spáry mezi obytnou a hygienickou buňkou v místě dveří. To může být provedeno těsnícím pásem z pružného silikonu, který tvarově vychází z vnějších těsnících pásů (viz kapitola 4.2) a jehož tvar je ukázán na Obr. 5.3.4.4. Tento vnitřní těsnící pás je určen k ručnímu vložení do spáry mezi oběma buňkami. Výrobek z pružného silikonu lze stejně jako v případě vnějšího těsnění nahradit méně nákladnou jednorázovou variantou, kterou představují polyuretanové těsnící (kompresní) pásy.

Před utěsněním spodní části spáry bude nutné vyjmout prahové lišty na obou stranách spáry a po utěsnění spáry jimi těsnění zakrýt. Tím bude docíleno ochrany před mechanickým poškozením nebo nechtěným vytržením těsnícího pásu ze spáry.



Obr. 5.3.4.4 Vnitřní těsnící pásy do spáry mezi kontejnery (M 1:10)

5.3.5 Teplotně vlhkosní bezpečnost konstrukcí

Kritická místa obálky EDHU byla vymodelována v software Area 2017 EDU a pomocí dvojrozměrného teplotního a vlhkosního pole byla posouzena vybraná bezpečnostní kritéria dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 13 788. [3] [9] Tepelně vlhkosní posouzení plošných konstrukcí obálky EDHU nebylo provedeno z důvodu malých rozměrů buňky a velkého množství detailů spár.

Posouzení konstrukcí je provedeno pomocí dvou výpočetních modelů, které zahrnují obě příčné stěny, podlahu a strop nad venkovním prostorem a střechu. Vyhodnoceno je kritérium teplotního faktoru vnitřního povrchu, roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry a je posouzeno, zda není funkce jednotlivých částí konstrukce ohrožena zvýšenou vlhkostí nebo kondenzátem.

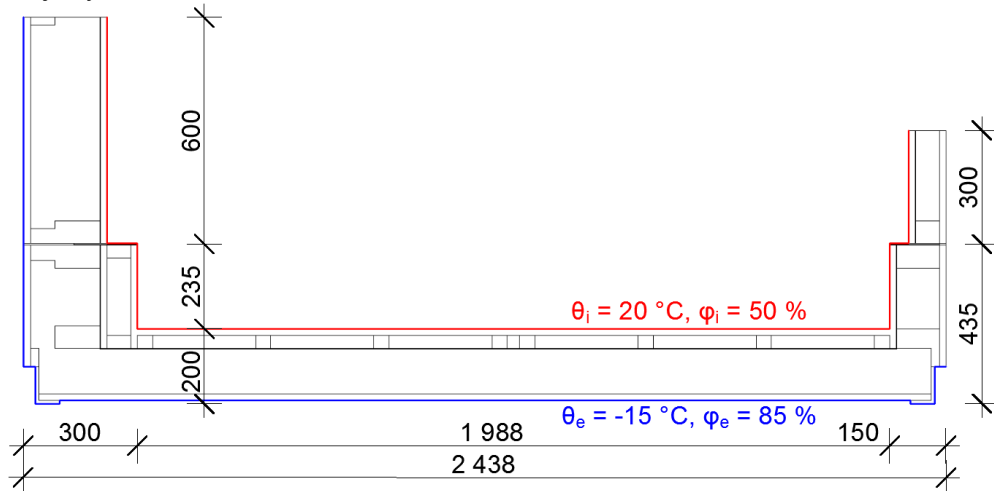
Jako limitní hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu je použita typická hodnota $f_{Rsi,cr} = 0,747$, která dle ČSN 73 0540-2 odpovídá vnitřní teplotě 20 °C. [3] Podmínka roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry je považována za splněnou, pokud na konci modelového roku v konstrukci není akumulován kondenzát. Jsou sledovány měsíce, kdy v konstrukci může docházet ke kondenzaci. Za části konstrukce ohrožené vlhkostí jsou považovány ty, kde relativní vlhkost přesahuje hodnotu 85 %. Tato hodnota je zvolena proto, že konstrukce obsahuje materiály na bázi dřeva a papíru a protože vlhkosní limit pro takové konstrukce je 18 % hmotnostních (dle ČSN 73 0540-2), což odpovídá 85% relativní vlhkosti. [3]

První výpočetní model obsahuje celý dílec podlahy a stropu nad venkovním prostorem včetně spodních částí podélných stěn (viz kapitola 5.3.1) a dále části podélných stěn až po jejich vodorovnou osu symetrie (tj. polovina spodního stěnového dílce). Model tedy zahrnuje detaily napojení podlahy a stropu na stěnu, přechod skladby vnější stěny s předstěnou na skladbu

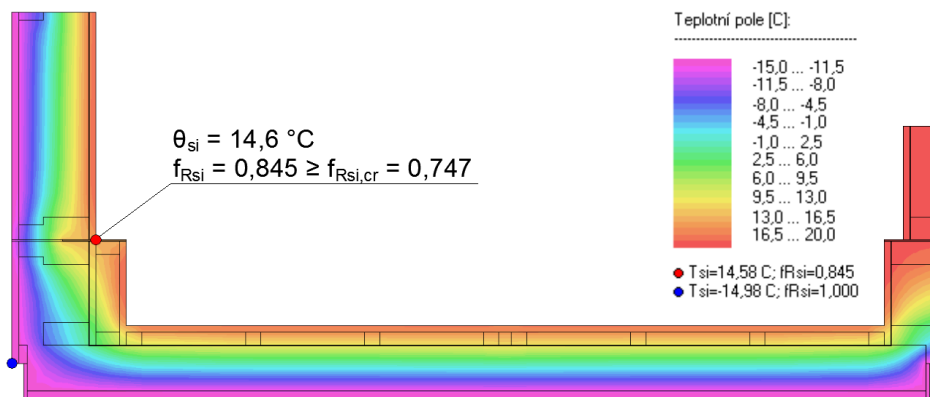
bez předstěny a montážní spáry stěn včetně kloubových prvků. Okrajové podmínky modelu jsou definovány takto:

- vnitřní teplota: 20 °C,
- vnitřní relativní vlhkost: 50 %,
- vnější teplota: – 15 °C,
- vnější relativní vlhkost: 85 %.

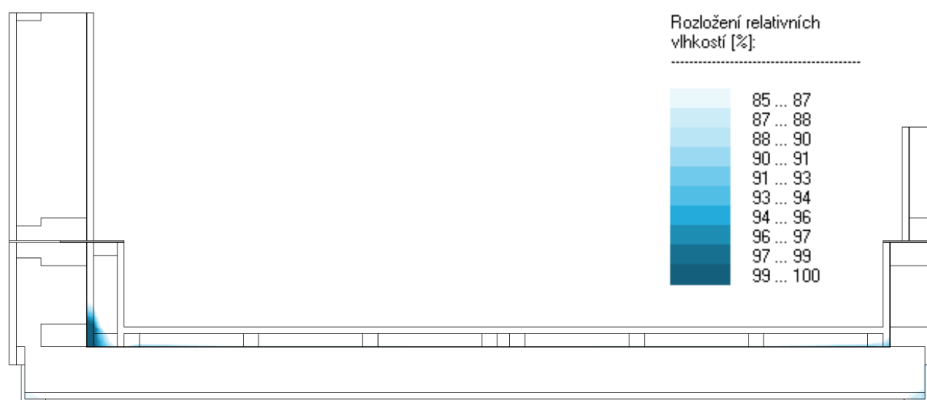
Geometrie modelu a okrajových podmínek jsou ukázány na Obr. 5.3.5.1, teplotní pole včetně vyznačení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu je vykresleno na Obr. 5.3.5.2, vlhkostní pole s vyznačenými relativními vlhkostmi nad 85 % je vykresleno na Obr. 5.3.5.3.



Obr. 5.3.5.1 Geometrie výpočetního modelu 1 (M 1:20)



Obr. 5.3.5.2 Teplotní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20)



Obr. 5.3.5.3 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20)

Podmínka teplotního faktoru vnitřního povrchu je splněna. Zvýšení relativní vlhkosti (nad 85%) neohrožuje nosné prvky ani prvky podstatné pro zachování celistvosti konstrukce.

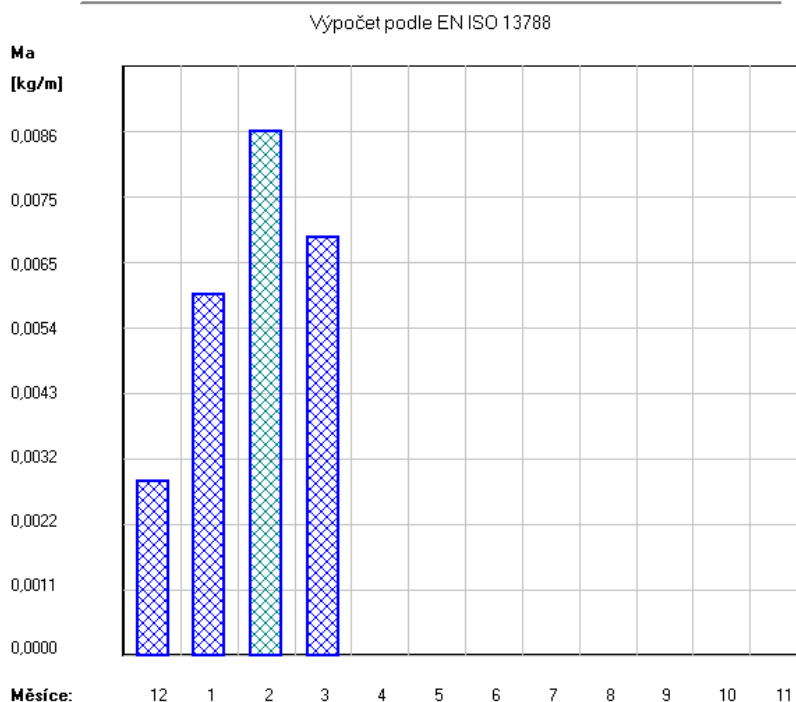
Vlhkosti v podlaze je umožněno vysychání především do interiéru. Při porovnání s vlhkostním polem modelu bez fóliových parozábran (na následujícím Obr. 5.3.5.4) je zde jednoznačně vidět nutnost návrhu difúzně polouzavřené konstrukce. Nosné prvky by v případě konstrukce bez parozábran byly vystaveny příliš vysoké vlhkosti.



Obr. 5.3.5.4 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 po odstranění parozábran (M 1:20)

Roční bilanci zkondenzovaného a vypařitelného množství vodní páry je možné vyhodnotit na základě následujícího grafu na Obr. 5.3.5.5. Výpočet zde ukázal, že ke kondenzaci vodní páry v konstrukci může docházet v období od prosince do března. Zároveň se ale projevuje vysychání (odpar kondenzátu), protože se množství kondenzátu od února dále nezvyšuje a v dubnu už konstrukce neakumuluje žádnou vlhkost v kapalně podobě.

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



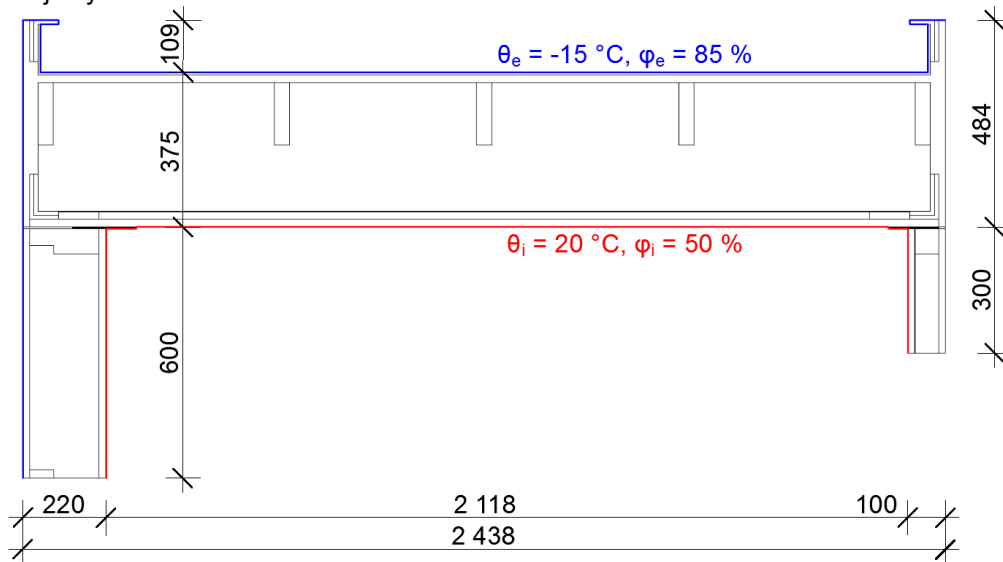
Obr. 5.3.5.5 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 1

V měsících, kdy konstrukce obsahuje kondenzát není vhodné ukončit provoz EDHU, protože podmínky vysychání některých konstrukcí by byly ve složeném stavu ztíženy. Po složení a přemístění buňky v tomto období by případně bylo žádoucí EDHU rozložit a umožnit odpaření kondenzátu.

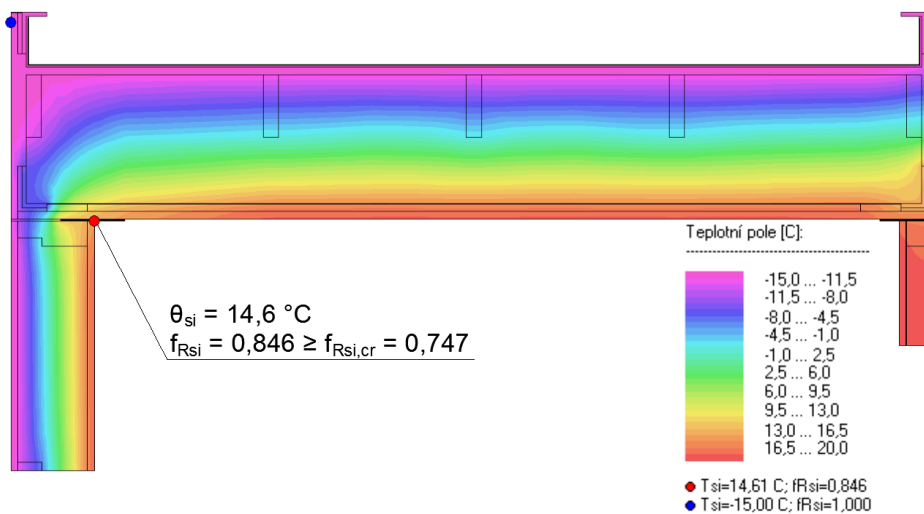
Druhý výpočetní model obsahuje střešní dílec a opět části podélných stěnových dílců až po jejich vodorovnou osu symetrie. Posuzovány jsou především detaily návaznosti stěny na střechu, resp. detaily atiky. Z prvního výpočtu je zřejmé, že nejnižší vnitřní povrchová teplota se projeví v místě ocelového kloubového prvku (řešení montážní spáry je identické s předchozím

případem). Druhý výpočet je tedy zaměřen především na posouzení vlhkostní bezpečnosti konstrukce. Z toho důvodu je modelována skladba střechy ve své největší tloušťce. Lepší tepelně izolační schopnost skladby totiž zajistí snížení teploty v blízkosti vnějšího povrchu (pod střešní krytinou), což vytváří z hlediska kondenzace vodní páry méně příznivé podmínky (nižší částečný tlak nasycené vodní páry).

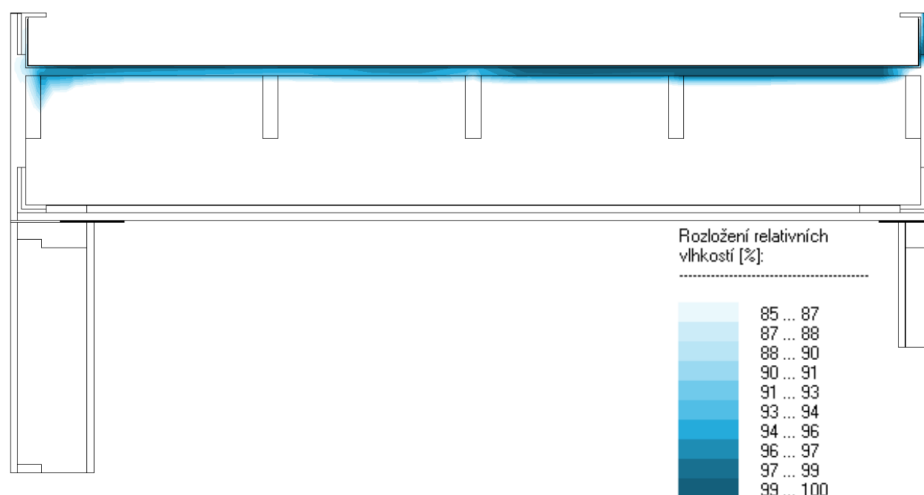
Hodnoty parametrů okrajových podmínek (teploty a relativní vlhkosti) jsou shodné s prvním výpočtovým modelem. Geometrie modelu a okrajových podmínek je ukázána na Obr. 5.3.5.6, teplotní pole včetně vyznačení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu je vykresleno na Obr. 5.3.5.7, vlhkostní pole s vyznačenými relativními vlhkostmi nad 85 % je vykresleno na Obr. 5.3.5.8.



Obr. 5.3.5.6 Geometrie výpočetního modelu 2 (M 1:20)



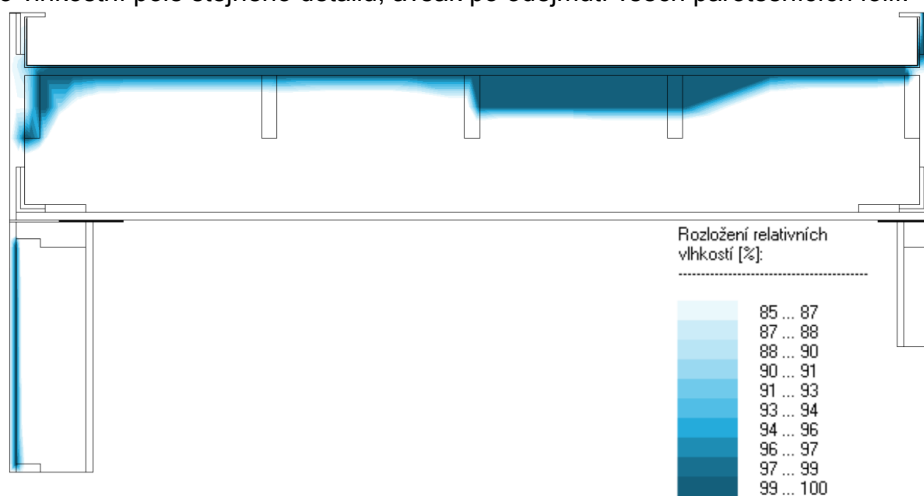
Obr. 5.3.5.7 Teplotní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20)



Obr. 5.3.5.8 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20)

Podmínka teplotního faktoru vnitřního povrchu je splněna. Zvýšení relativní vlhkosti (nad 85%) neohrožuje nosné prvky. Pod střešní krytinou se projevuje kondenzační zóna typická pro jednoplášťové ploché střechy. Vlhkostí je zasažena zejména deska z materiálu PackWall, která tvoří bednění pod hydroizolací. Plasty (zejména PE fólie) ve struktuře desky by měly zajistit lepší odolnost proti vlhkosti a jejím projevům, než by měla např. OSB deska. [84] Další efekt, který se příznivě podílí na ochraně proti projevům zvýšené vlhkosti, má expanzní vrstva střechy tvořená geotextilií pod hydroizolací.

Množství vodní páry prostupující konstrukcí je výrazně ovlivněno parozábranou, především kvalitou jejího provedení. Pečlivé slepení všech spojů a utěsnění fólie v místech prostupujících spojovacích prostředků je v tomto případě zcela klíčové. Pro srovnání je na následujícím obrázku ukázáno vlhkostní pole stejného detailu, avšak po odejmutí všech parotěsnících fólií.

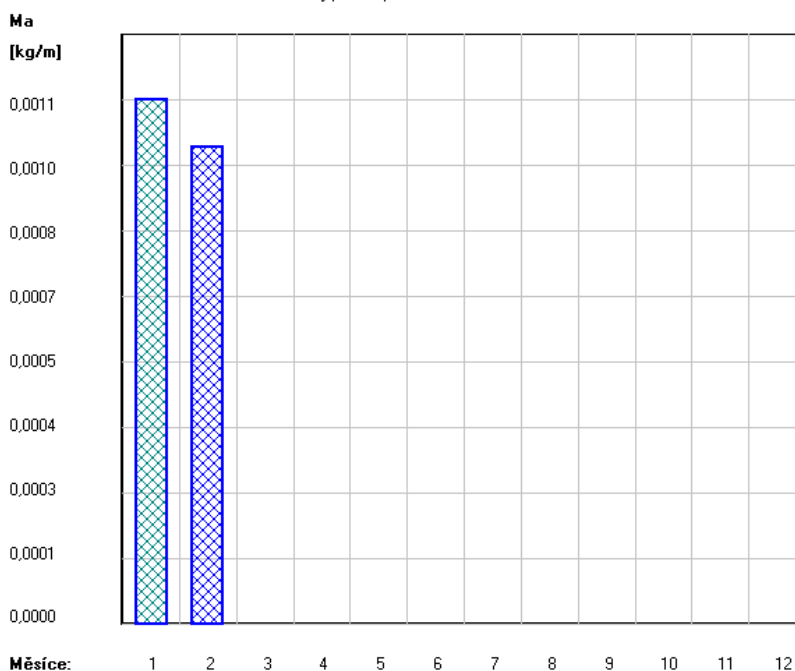


Obr. 5.3.5.9 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 po odstranění parozábran (M 1:20)

Roční bilanci zkondenzovaného a vypařitelného množství vodní páry je možné vyhodnotit na základě následujícího grafu na Obr. 5.3.5.10. Výpočet zde ukázal, že ke kondenzaci vodní páry v konstrukci může docházet v lednu a v únoru. Od února se stejně jako u prvního výpočtu projevuje vysychání (odpar kondenzátu).

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet podle EN ISO 13788



Obr. 5.3.5.10 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 2

5.4 Návrh skládacího nábytku v EDHU

5.4.1 Postele

Obytná místnost je vybavena čtyřmi sklápěcími postelemi, které jsou ve složeném stavu integrované do každého dílce vnější stěny. Dvojice postelí jsou umístěny nad sebou.

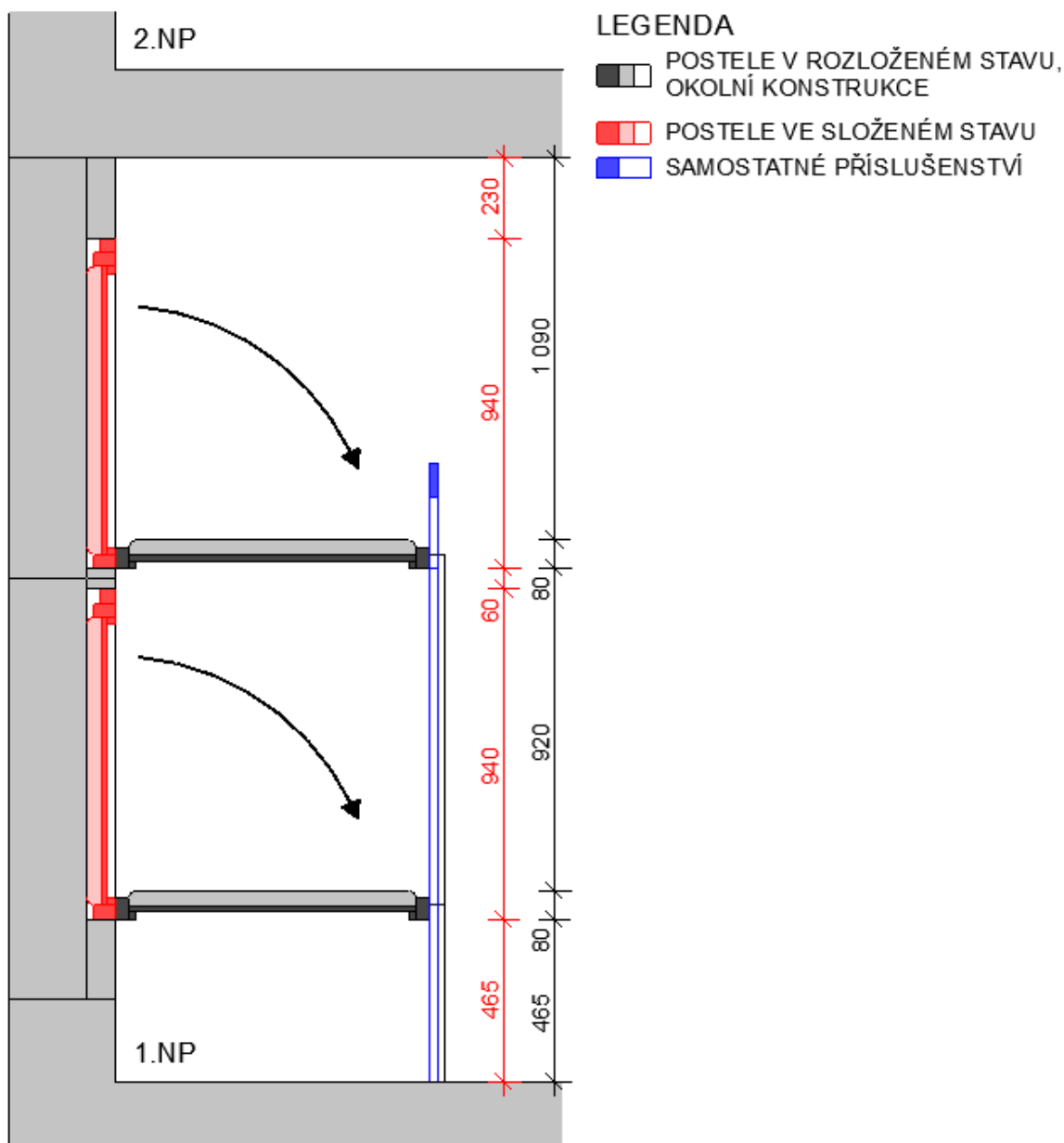
Postel je tvořena rámem z dřevěných nosníků, do kterého je uložena deska (na bázi dřeva nebo z materiálu PackWall). V prostoru vymezeném nosníky rámu a deskou je vložena tenká matrace jako pevná součást postele. Celá tato část, která tvoří základní dílec postele, by měla mít tloušťku přesně 80 mm a půdorysné rozměry 900 x 2 000 mm.

Základní dílec postele je spojen s konstrukcí vnější stěny pomocí ocelového kloubového prvku, který mu umožňuje otočení o 90° (sklopení ze svislé roviny stěny do vodorovné polohy) a který zároveň vytváří podporu dílce (přenáší část zatížení přímo do stěny).

Podpory na straně vzdálenější od stěny tvoří 2 otočné sloupky. Ve složeném stavu jsou sloupky ve vodorovné poloze, podélně s dílcem postele. V rozloženém stavu jsou sloupky svislé a přenášejí část zatížení do podlahy. Sloupky z horní postele navazují na sloupky ze spodní postele, ty pak dosedají do kotevního prvku v podlaze.

Každá dvojice postelí je doplněna dvěma samostatně manipulovatelnými dílci: zábradlím pro horní postel a žebříkem. Toto příslušenství je během transportu přikotvené ke spodní straně základního dílce postele, v rámci rozkládání by se z této polohy mělo uvolnit a každé zvlášť přikotvit k bočnicím sklopených postelí. Žebřík po připojení k bočnicím zároveň pomáhá zajistit tuhost konstrukce postelí v podélném směru. Spojení částí by mělo být provedeno ručním kotevním systémem, např. jednoduchými kotevními prvky s křídlými maticemi.

Schéma konstrukce postelí v příčném řezu je ukázáno na Obr. 5.4.1. Podrobnější výkresová dokumentace je obsahem přílohy P3.



Obr. 5.4.1 Příčný řez postelí v EDHU (M 1:20)

5.4.2 Skříně

Úložný prostor v obytné místnosti poskytují pevné skříně (připojené ke konstrukci buňky) a samostatné skříně (umístitelné kdekoliv v prostoru buňky).

Za každého dílce podélné vnější stěny (stejně jako v případě postelí) lze rozložit dvě pevné skříně o rozměrech 900 x 1 200 x 400 mm (šířka x výška x hloubka), mezi kterými následně vznikne ulička o šířce 880 mm. Každá místnost je tedy vybavena čtyřmi skříněmi této velikosti.

Před rozložením pláště skříně ze spodního dílce podélné vnější stěny je nutné připravit dno skříně. To je přepravované jako samostatná část v prostoru příčné vnitřní stěny EDHU a je tvořeno deskou a dvěma nohami. Deska dna skříně se na jedné straně přikotví ke stěně, na druhé straně se rozloží nohy skříně a ty se ukotví do podlahy.

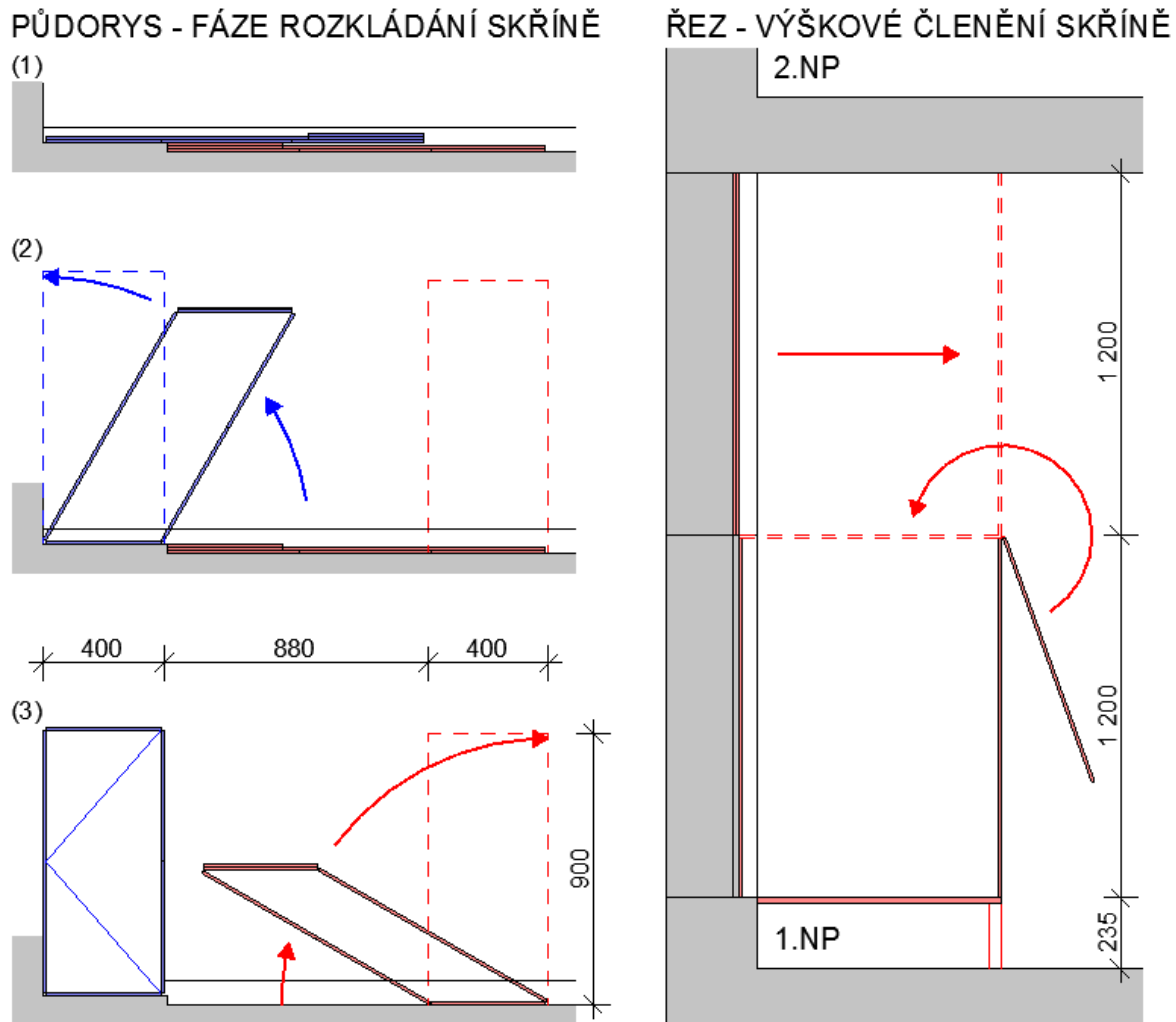
Následně je možné rozložit plášť spodní skříně vyklopením z vnější stěny EDHU. Plášť spodní skříně obsahuje 4 stěny a horní desku. Desky jsou již spojené vloženými nábytkovými závěsy, rozkládáním skříně dochází pouze ke změně úhlu mezi deskami z 0° nebo 180° na 90°. Horní deska se dostane ze svislého složeného stavu do vodorovné polohy překlopením o 270°. Spojením dna, tubusu svislých stěn a horní desky je zajištěna prostorová tuhost spodní skříně.

Horní skříň (složená v horním stěnovém dílci) představují pouze 4 svislé stěny, spojené stejným způsobem jako u spodní skříně. Tubus svislých stěn zde po rozložení bude navazovat na spodní skříň a na strop obytné místnosti, takže skříň nemusí mít spodní ani horní desku.

Ve stropní konstrukci se předpokládá umístění výsuvných kotevních prvků pro uchycení pláštů horních skříní.

Police a jiné vybavení určené dovnitř skříní bude přepravováno samostatně v rámci příčné vnitřní stěny (stejně jako dno spodní skříně). V tomto prostoru je také možná přeprava samostatných skříní o menších rozměrech, které by mohly ke skládání/rozkládání využívat obdobný princip jako velké pevné skříně.

Systém rozkládání pevných skříní je ukázán na *Obr. 5.4.2*. Podrobnější výkresová dokumentace je obsahem přílohy P3.



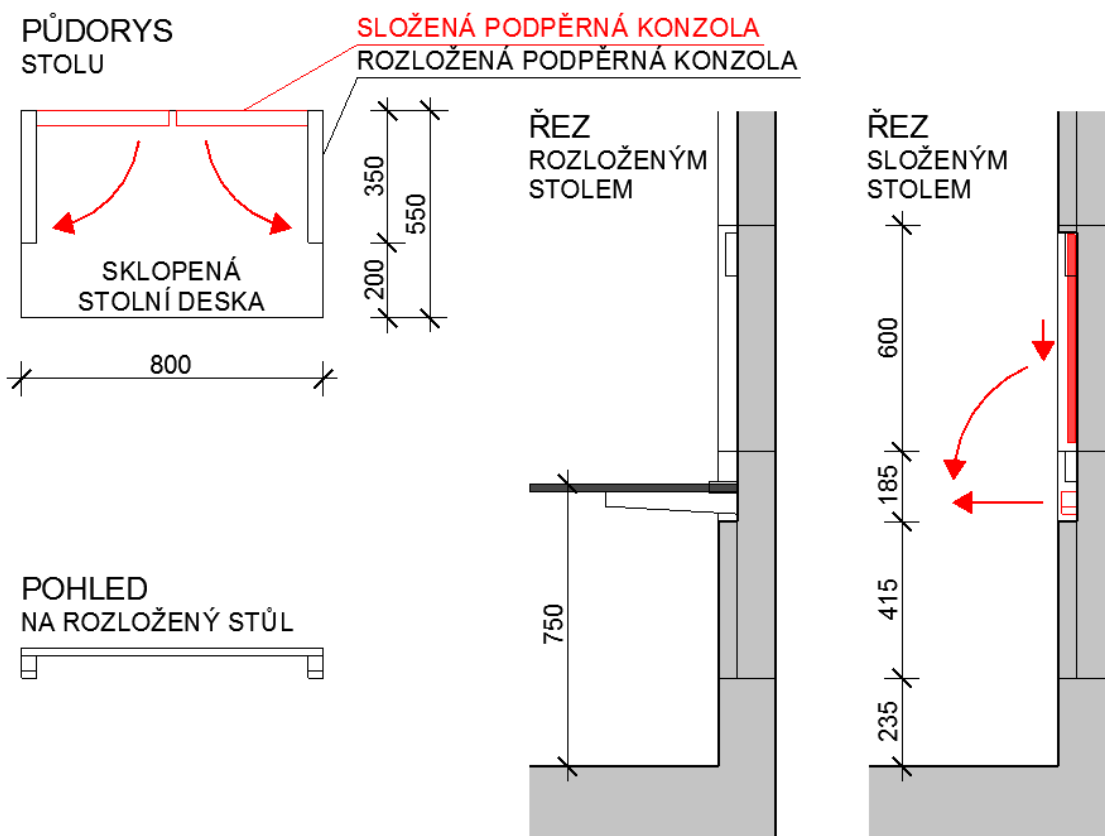
Obr. 5.4.2 Princip rozkládání pevných skříní v EDHU (M 1:25)

5.4.3 Stoly

V obytné buňce jsou navrženy sklápěcí stoly, které je možné rozložit z vnitřní podélné stěny. Rozměr jednoho stolu je 800 x 550 mm. Z hlediska umístění a orientace by se jednalo o stoly pracovní (psací), ale z důvodu úspory prostoru a kusů nábytku jsou určeny i pro stravování.

Stůl je tvořen deskou a podpěrnými konzolami, které přenáší zatížení do vnitřní podélné stěny. Deska je sklápěcí, tedy otočná kolem vodorovné osy. Kotevní prvek desky by měl umožňovat nejen otočení desky o 90°, ale také svislý posun desky ve složeném stavu (ve svislé poloze) směrem vzhůru a její zajištění na ploše jednoho stěnového dílce (tak, aby desku neprotínala montážní spára konstrukce EDHU). Podpěrné konzoly se při skládání a rozkládání otáčejí kolem vodorovné osy a stejně jako deska jsou kotveny kloubovým prvkem ke stěně. Deska a podpěrné konzoly nejsou propojeny spojovacími prostředky.

Schéma konstrukce sklápěcího stolu je ukázáno na *Obr. 5.4.3*.



Obr. 5.4.3 Schéma konstrukce stolu v EDHU (M 1:20)

Nad stoly je vhodné umístit sklápěcí police. Konstrukce těchto polic může vycházet buď z konstrukce stolu (tj. jednoduchá deska a otočné podpěrné konzoly) nebo z konstrukce skříní (skládací prostorová struktura z desek orientovaných ve třech rovinách).

Židle, které patří ke stolům, jsou jediným kusem nábytku, který není řešen jako skládací a není součástí konstrukce EDHU. Předpokládá se, že židle budou přepravovány ve volném prostoru hygienických buněk, který bude následně sloužit jako komunikační prostor v rámci EDHO (viz. kapitola 4.1).

5.5 Zhodnocení EDHU jako udržitelného výrobku

5.5.1 Vliv na uživatele

Z hlediska funkce EDHU poskytuje 2 obytné místnosti určené pro denní i noční pobyt (odpočinek, domácí práce, stravování, spánek, uložení osobních věcí). Návaznost na hygienické zařízení je zajištěna společně se vstupem do místnosti v rámci objektu pro nouzové bydlení (EDHO). Tyto prostory jsou společné pro více obytných místností. Řešení se z hlediska komfortu nevyrovná běžným bytům, jedná se spíše o kompromis mezi současným nouzovým ubytováním (kde je hygienické zázemí zcela vyčleněno od obytných prostorů) a mezi standardními byty.

Uspořádání a funkci obytného prostoru ovlivňuje nábytek. Díky jednoduchému systému skládání je možné měnit polohu nábytku i během dne, což zajišťuje velkou variabilitu využití prostoru. Je tak kompenzována malá obytná plocha v poměru k osobám obývajícím místnost.

Vnitřní prostředí je hygienicky nezávadné. To je zajištěno volbou zdravotně nezávadných stavebních materiálů (viz kapitola 5.3.2), konstrukčním řešením s ohledem na stabilitu, celistvost, teplotní a vlhkostní bezpečnost konstrukcí (viz kapitoly 5.2, 5.3.3, 5.3.4 a 5.3.5) a technickým zařízením (viz kapitola 7.3.2). Obytná buňka poskytuje výrazně komfortnější vnitřní prostředí, než zařízení dnes běžně používaná pro nouzové ubytování. Zejména tepelný komfort a kvalita vnitřního vzduchu jsou srovnatelné s vnitřním prostředím v běžných budovách. V oblasti psychického mikroklimatu byl oproti běžným kontejnerům zlepšen vliv velikosti obytného prostoru na jeho uživatele, a to zejména zajištěním dostatečné světlé výšky místnosti.

5.5.2 Dopad na životní prostředí

Návrh konstrukcí buňky byl v souladu s úvahou o vztahu svázané a provozní energie, resp. svázaných a provozních emisí znečišťujících látek, zaměřen více na minimalizaci svázané

energie a svázaných emisí. Jsou použity materiály původem z obnovitelných zdrojů nebo z recyklovaných surovin, i když z hlediska mechanických a fyzikálních vlastností nedosahují takové kvality jako jiné materiály náročnější na výrobu. To sice znamená, že provoz EDHU bude náročnější co se týče spotřeby energie a produkce znečišťujících látek, ale z hlediska celého životního cyklu se krátká provozní fáze buňky pravděpodobně výrazně neprojeví.

Při výběru materiálů a návrhu konstrukce byl kladen důraz na plnohodnotnou a prakticky proveditelnou recyklaci buňky. Toto hledisko je ve srovnání s běžnými budovami mnohem důležitější, a to kvůli malé životnosti a krátké době provozu buňky. EDHU je složena z ocelové kostry s dlouhou životností, která slouží opakovaně pro několik životních cyklů buňky, a z pláště tvořeného materiály s menší životností, který se po ukončení každého životního cyklu zrecykluje a nahradí se novým.

Snížení provozní složky energií a emisí znečišťujících látek je zajištěno návrhem konstrukcí obálky EDHU a jejich styků. Řešení spár s ohledem na minimalizaci tepelných ztrát však není upřednostněno před zajištěním vlhkostní bezpečnosti konstrukce.

5.5.3 Ekonomické zhodnocení

Na základě stejné úvahy jako v případě svázaných energií a emisí bylo konstrukčním návrhem zohledněno především snížení pořizovacích nákladů na úkor nákladů provozních. Je totiž předpokládáno, že provozní náklady budou mít vzhledem ke krátké provozní fázi EDHU výrazně menší podíl na nákladech životního cyklu než náklady pořizovací.

Použité materiály byly zvoleny na základě předpokladů druhé varianty z ekonomické analýzy. Podle této varianty by pořizovací náklady obytné buňky měly činit 163 350 Kč (včetně DPH), aby byla EDHU schopná z ekonomického hlediska konkurovat v současnosti dostupným obytným kontejnerům (viz kapitola 5.1.5).

K navržené obytné buňce byl sestaven výkaz výměr, který umožnil určit celkovou hmotnost buňky (ověřit požadavek maximální hmotnosti 9 t) a odhadnout náklady na nákup materiálů pro zhotovení buňky. Výkaz výměr i s navazujícími výpočty je uveden v příloze P4. Ceny materiálů zde uvažované byly stanoveny odhadem na základě běžných cen materiálů dostupných na trhu pro běžného spotřebitele v druhé polovině roku 2019. Celková cena za materiál je odhadovaná na 206 700 Kč (včetně DPH).

Pro určení provozních nákladů je uvažováno snížení nákladů na nákup materiálu o 20 % a dále navýšení částky přibližně o 60 000 Kč. Snížení nákladů o 20 % je zjednodušeným zohledněním toho, že výrobce bude mít s velkou pravděpodobností materiály dostupné za nižší ceny, a to s přihlédnutím k nakupovanému množství i k případné spolupráci výrobce s dodavateli materiálů. Naopak následné navýšení nákladů má představovat výrobní a správní režii, mzdy, náklady na provoz výrobních zařízení a zisk výrobce. Toto navýšení nelze ve fázi zpracování návrhu určit přesně, proto je pracováno pouze s odhadovanou hodnotou 60 000 Kč.

Po přepočtení ceny za materiál na **náklady na pořízení EDHU** dle postupu popsaného v předchozím odstavci je možné dojít k hodnotě **225 000 Kč**. Částka je vyšší než výsledek ekonomické analýzy provedené v kapitole 5.1.5, což znamená, že pořízení samostatné obytné buňky EDHU není výhodnější než pořízení běžně dostupného obytného kontejneru.

O tom, zda je vhodné pro nouzové bydlení využívat běžné kontejnery nebo EDHU, by bylo možné rozhodnout na základě dalších vlastností těchto výrobků, které nebylo možné zohlednit v ekonomické analýze. Největšími výhodami na straně EDHU jsou vyřešená návaznost na hygienické zázemí, zdroje energie a další součásti komplexu nouzového bydlení (tj. existence návrhu nouzového bydlení i na vyšších úrovních) a úspora nákladů na skladování a přepravu buňky (důsledek skládací konstrukce buňky).

6. Hygienické a technické buňky v EDHO

Buňky jsou součástí navrženého objektu nouzového bydlení (EDHO). Hygienické buňky poskytují vstupní a komunikační prostory, kuchyňky a hygienické zařízení. V technických buňkách jsou umístěna technická zařízení EDHO včetně rozvodů energií, vody a vzduchu.

6.1 Východiska pro konstrukční řešení

Obecné požadavky na hygienické a technické buňky se shodují s požadavky uvedenými v kapitole 5.1. Následující text se bude zaměřovat pouze na nejpodstatnější konkrétní požadavky pro tyto buňky a na rozdíly mezi požadavky na obytnou buňku a požadavky na řešené buňky.

6.1.1 Doprava a skladování buněk

Z důvodu přepravy musí být řešené buňky vestavěny do univerzálního kontejnerového rámu dle ISO 668. [2] Pro hygienické buňky jsou preferovány kontejnery ISO 1CC (z důvodu větší výšky oproti ISO 1C), technické kontejnery pak mají velikost ISO 1CX, tj. stejné půdorysné rozměry, ale menší výšku. Rozměry jednotlivých kontejnerů a důvody pro jejich použití jsou uvedeny v kapitole 4.2. Kontejnerový rám musí mimo dodržení daných rozměrů být také vybaven unifikovanými rohovými prvky, které umožňují manipulaci s kontejnerem. Celková hmotnost kontejneru by měla být maximálně 9 t, aby jej bylo možné přepravovat pomocí armádního nosiče kontejnerů T 815 6x6. [16]

Zefektivnění přepravy a skladování řešených kontejnerů využitím skládací konstrukce zřejmě nebude vhodné. V hygienických buňkách mají být umístěny zařizovací předměty, které složení buňky tak, aby konstrukce zaplnily vnitřní prostor, neumožňují. Velké množství rozvodů (zejména potrubních) by přinejmenším komplikovalo skládání konstrukce, ve které jsou vedeny. Prostor v technických kontejnerech by měl být ideálně zaplněn technickým zařízením a rozvody, takže skládání těchto kontejnerů není možné ani potřebné.

Uspory prostoru za účelem efektivnějšího skladování a přepravy může být dosaženo u technických buněk, pokud bude umožněno skladovat a převážet stohy kontejnerů (tj. několik kontejnerů ISO 1CX složených na sobě). Při využití tzv. stohovacích kuželů, které propojí rohové prvky kontejnerů nad sebou a zajistí je proti vodorovným posunům, je toto možné. [30]

6.1.2 Montáž a manipulace s buňkami

Manipulace by měla být zajištěna armádními autojeřáby, stejně jako v případě EDHU. Tím vzniká požadavek na rohové manipulační prvky kontejnerů, které by měly umožňovat uchycení buňky na jeřáb pomocí čtyřpramenného vazáku s háky. Rohové prvky vyrobené dle ISO 668 toto umožňují. [2]

Stohování technických a hygienických buněk do výsledné podoby, kde stoh tvoří část sestavy EDHO, umožňují stohovací kužele (stejně jako v případě dopravy stohovaných kontejnerů). Ty je možné použít opět v případě, že kontejnery jsou vybaveny unifikovanými rohovými prvky. [2]

U kontejnerů o délce 6 058 mm jsou běžnou součástí příčné otvory ve spodních nosících kontejneru, které umožňují manipulaci vidlicovým překladačem. To může být jedním ze způsobů manipulace využitých ve skladu buněk. [17]

6.1.3 Sociální kritéria udržitelného rozvoje

Hygienické buňky, stejně jako buňky obytné, musí být v první řadě bezpečné a poskytovat hygienicky nezávadné vnitřní prostředí. Stejně jako v případě EDHO bude prioritou tepelný komfort a kvalita vnitřního vzduchu, ale požadavky a přístup k zajištění kvalitního prostředí se mohou lišit. Protože se jedná o hygienické a komunikační prostory, ve kterých uživatelé pravděpodobně nebudou pobývat po dlouhou dobu, nebude zřejmě tak důležité např. udržovat teplotu vnitřního vzduchu v každém okamžiku nad 20 °C. Ze stejného důvodu nemusí být řešené prostory větrané čerstvým vzduchem, namísto toho ale požadováno odvádění škodlivin (vodní pára, oděry). Doba pobytu osob ovlivňuje i nároky na psychické mikroklima. Světlá výška místností v hygienické buňce tak nemusí dosahovat komfortních hodnot pro obytné místnosti (v tomto případě by to ani nebylo technicky možné z důvodu dané výšky kontejnerového rámu).

Dalším kritériem je funkčnost a použitelnost prostoru a jeho vybavení. Hygienická buňka obsahuje i komunikační prostory, musí tedy umožnit přístup z venkovního prostoru do obytných buněk i přístup do koupelen a WC. Pro druhé podlaží (horní část rozkládací EDHO a horní hygienické buňky) musí být připraveno schodiště umožňující přístup z úrovně okolního terénu. Z důvodu zjednodušení přepravy je vhodné, aby schodiště bylo součástí řešených buněk.

V návaznosti na kritérium funkčnosti vybavení je požadován i určitý komfort při používání hygienické buňky, což je v konfliktu s prostorovými možnostmi buňky. Prioritně je nutné zajistit vybavení (např. počet WC) z kapacitního hlediska. Při jeho umístování nemusí být dodrženy běžné velikosti ploch pro užívání vybavení, ale nesmí být znemožněna jeho použitelnost. Jinými slovy, vybavení musí být dostatečně kapacitní a dostupné i za cenu snížení komfortu při jeho užívání.

6.1.4 Ekologická kritéria udržitelného rozvoje

Kontejnery by měly být navrženy tak, aby byl za celý jejich životní cyklus minimalizován dopad na životní prostředí. Dle úvahy prezentované v kapitole 5.1.4 je i pro hygienické a technické buňky prioritní fáze jejich pořízení (zpracování materiálů a výroba buněk). Svázané energie a svázané emise znečišťujících látek by měly být co nejmenší, ale zároveň odpovídající životnosti použitých materiálů (tj. pro materiály s vyšší životností je tolerován větší dopad na životní prostředí).

Vzhledem ke složitějšímu systému a vybavení buněk (technologie, zařizovací předměty, rozvody) je vhodné, aby buňky umožňovaly použití ve více cyklech a mohly být opakovaně používány po dobu desítek let (včetně skladování). Dle odhadů provedených v ekonomické analýze (viz kapitola 5.1.5) by pro řešené buňky byla uvažována životnost 50 let a 10 cyklů. To je hlavním rozdílem oproti obytné buňce a také důvodem, proč by měly být zvoleny výrazně odolnější konstrukční materiály i za cenu většího dopadu na životní prostředí.

Samozřejmostí je umožnění dekonstrukce a recyklace použitých materiálů na konci životnosti buněk. Recyklace by měla být u co největšího množství materiálů plnohodnotná a prakticky proveditelná. Použití obnovitelných a recyklovaných materiálů je vhodné, ale je nutné zohlednit především jejich odolnost a životnost. Na rozdíl od EDHU jsou v řešených buňkách kladeny přísnější požadavky na odolnost použitých materiálů, protože např. povrchové vrstvy budou vystaveny většímu mechanickému namáhání, vysoké vzdušné vlhkosti i kapalné vodě. Proto jsou tolerovány i materiály z přírodních primárních zdrojů použité tam, kde kvůli nevhodným vlastnostem nelze využít materiály obnovitelné nebo recyklované.

Protože sestava technických a hygienických kontejnerů má zahrnovat technické řešení pro zásobování vodou a odvod odpadních vod, je nutné posoudit, zda dochází k využívání pitné vody efektivně. Cílem je minimalizovat potřebu pitné vody zejména pokud jsou řešené buňky součástí krátkodobých variant EDHC, kde je zásobování vodou zajištěno cisternami. Omezením množství pitné vody pro 1 osobu by nemělo dojít k narušení komfortu do takové míry, že by uživateli bylo zamezeno provádění osobní hygieny. Pitnou vodu není vhodné využívat tam, kde není potřebná taková úroveň čistoty vody (např. splachování WC). Pro takové účely je vhodné, aby řešené buňky byly vedle vodovodu s pitnou vodou vybaveny také rozvody užitkové vody.

Z důvodu zjednodušení systému zdravotně technických instalací bude vhodné, aby se zdroj užitkové vody nacházel přímo v objektu nouzového bydlení. Nabízí se tak možnost využívání šedé vody, tj. odpadní vody z umyvadel a sprch, která se po přečištění stává vodou užitkovou. Původně pitná voda by tak měla celým vodovodním systémem projít dvakrát, než se stane vodou splaškovou, kterou je nutné z objektu odvést.

6.1.5 Ekonomická kritéria udržitelného rozvoje

V souladu s úvahou prezenotvanou v kapitole 5.1.4 má být upřednostněna minimalizace pořizovacích nákladů na úkor nákladů provozních. To se týká nejen použitých materiálů a konstrukčního řešení, ale také technických systémů, které řešené buňky obsahují. Mělo by tedy být zvoleno řešení, které nebude na technicky příliš vysoké úrovni (např. inteligentní řídicí systém) a nebude dosahovat tak přesných a kvalitních výsledků (např. úroveň čistoty přečištěné šedé vody), pokud bude k dispozici jiná, dostačující a méně nákladná možnost.

Provozní náklady je samozřejmě také nutné minimalizovat, ale vyřešení ostatních nákladů (na pořízení, skladování a dopravu) má před provozní fází přednost. Provoz buněk by neměl spotřebovávat neúměrně vysoké množství energie. Je dán požadavek na konstrukční řešení obálky kontejnerů s ohledem na omezení tepelných ztrát. Technické systémy by měly být přiměřeně účinné (zde jsou v konfliktu kritéria pořizovacích a provozních nákladů) a řešené tak, aby pasivně podněcovaly uživatele EDHO k menšímu odběru energie a vody.

6.2 Návrh nosné konstrukce hygienických a technických buněk

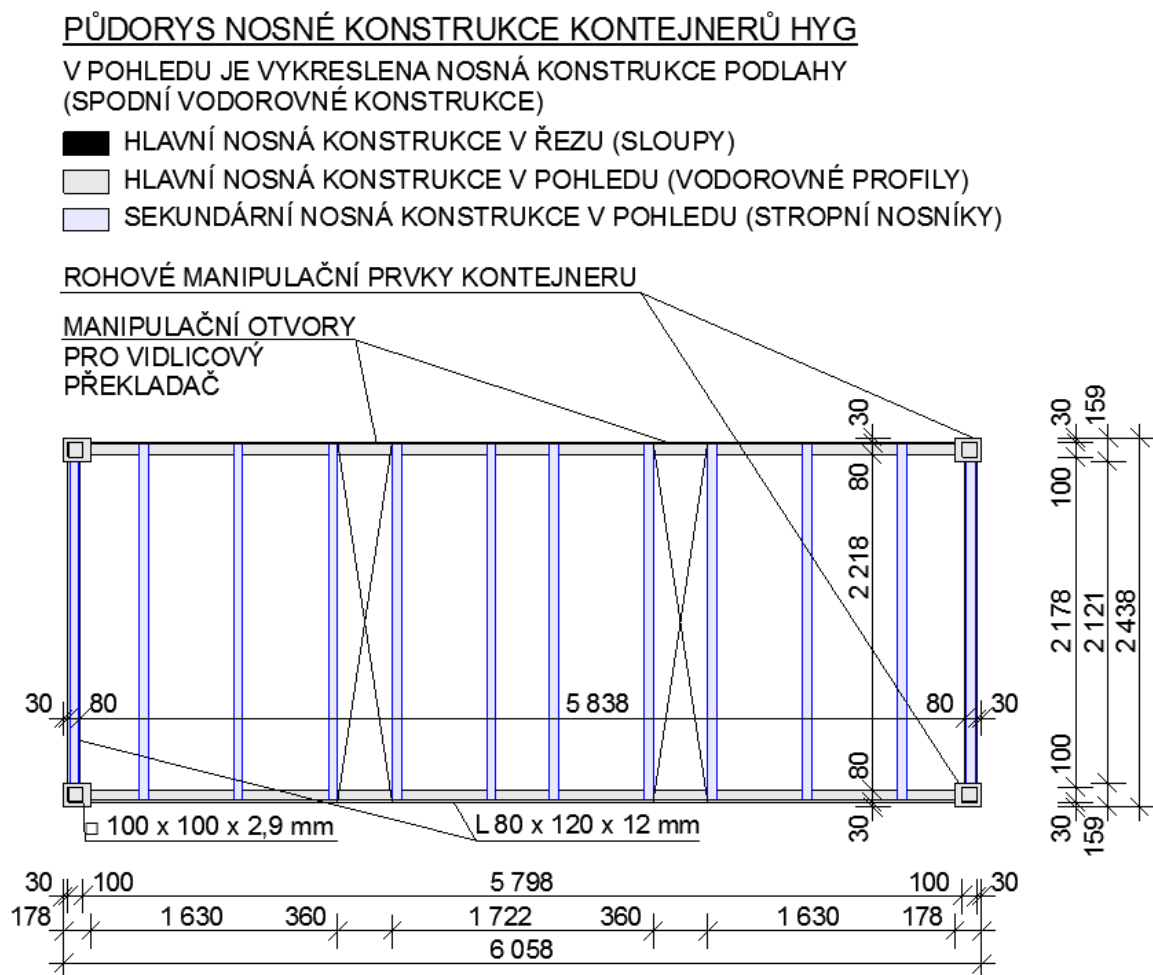
6.2.1 Hlavní nosné profily

Základem konstrukce jsou svislé a vodorovné ocelové profily propojující unifikované rohové prvky každého kontejneru. Nosnou funkci mají dále trapézové plechy, které tvoří části stěn, střechy a podlahy kontejneru. Typy a dimenze profilů vychází z návrhu obytné buňky. Dimenze jsou stanoveny odhadem na základě návrhu EDHU se zohledněním odlišností hygienických buněk od obytných.

Spodní vodorovný rám (propojení spodních rohových kontejnerových prvků) je tvořen úhelníky o velikosti 120 x 80 x 12 mm (šířka x výška x tloušťka plechu). Dimenze je převzatá z návrhu vodorovných profilů pro obytnou buňku. Naproti tomu horní vodorovný rám je navržen z UPE profilů, protože je zde potřeba spodní pásnice (pro uložení stropních nosníků) a zároveň i horní pásnice (vodorovná plocha, na kterou navazuje střešní plech). Jedná se o profily o výšce 140 mm.

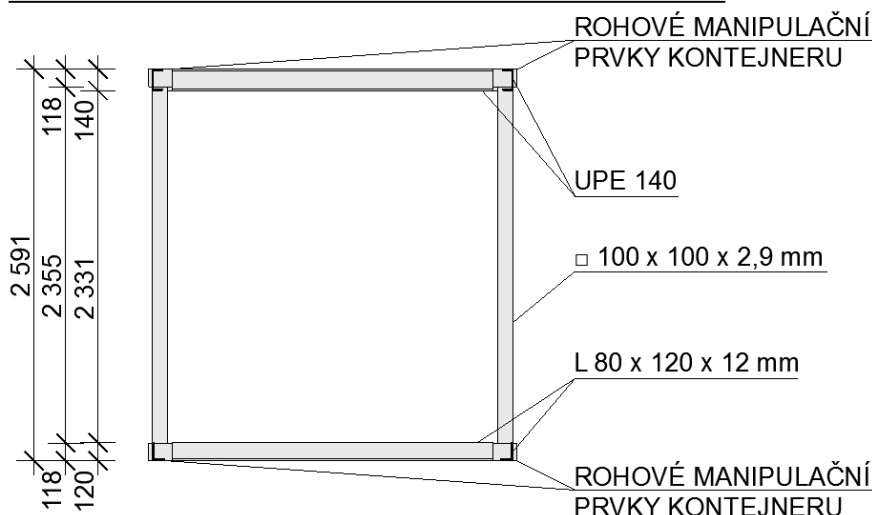
Svislé profily (sloupy) jsou tvořeny čtvercovými trubkami 100 x 100 x 2,9 mm (půdorysné rozměry $a \times b$ x tloušťka plechu). Dimenze je převzatá z návrhu sloupu pro obytnou buňku. Hygienická buňka má sice menší výšku než EDHU v rozloženém stavu a také bude mít pravděpodobně menší hmotnost (obsahuje výrazně méně konstrukcí ve srovnání s obytnou buňkou), ale musí umožňovat stohování kontejnerů. V rámci objektu pro nouzové bydlení může sloup hygienické buňky přenášet nejen vlastní tíhu buňky, ale i zatížení z technických a hygienických buněk, které jsou stohovány na této buňce. Při skladování pak může být zatížení, resp. počet stohovaných kontejnerů, ještě větší.

Schémata nosné konstrukce v půdorysu a příčném řezu jsou ukázána na následujících obrázcích.



Obr. 6.2.1 Půdorys nosné konstrukce hygienické buňky (M 1:50)

ŘEZ NOSNOU KONSTRUKCÍ KONTEJNERŮ HYG



Obr. 6.2.2 Řez nosnou konstrukcí hygienické buňky (M 1:50)

6.2.2 Zajištění prostorové tuhosti

Jako ztužující stěnové prvky jsou uvažovány plechy na všech šesti plochách kontejneru.

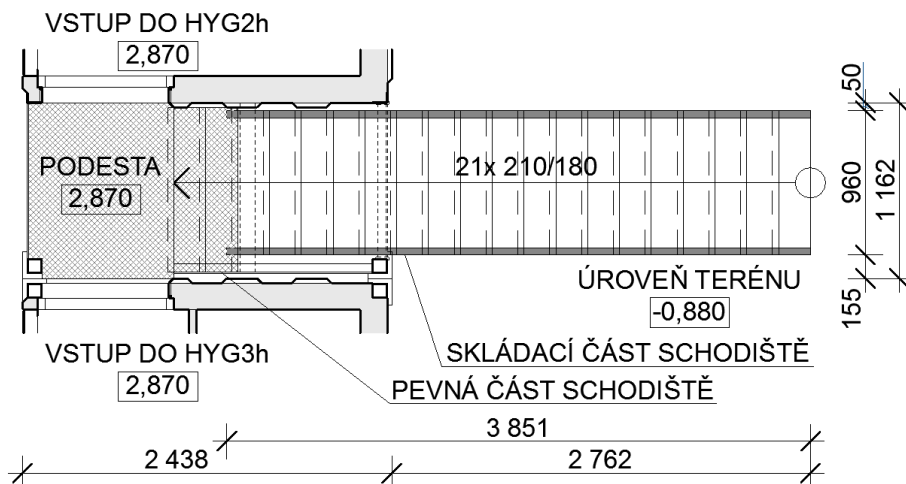
Ve vodorovných rovinách se na ztužení podílí tuhé rámy z úhelníků, resp. UPE profilů, a trapézový plech jako nejspodnější vrstva podlahy a vrchní vrstva střechy. Plechy jsou k profilům přivařeny po celém obvodu.

Ve svislých rovinách působí tuhé rámy ze sloupů a vodorovných profilů a svislé trapézové plechy, které tvoří vnější vrstvu stěn. Ke sloupům jsou plechy přivařeny po celé výšce. U styku plechů s vodorovnými profily jsou navrženy svary o celkové délce odpovídající přibližně polovině délky profilů.

Ztužení stohu kontejnerů, resp. přenos vodorovného zatížení mezi ztužujícími prvky jednotlivých kontejnerů složených na sobě, je zajištěno pomocí stohovacích kuželů. [30]

6.3 Rozkládací schodiště součástí buňky HYG2s

Buňka HYG2s (viz kapitola 4.2) zajišťuje mimo prostory pro komunikaci a pro hygienu také přístup z úrovně okolního terénu do horního podlaží EDHO. K tomu slouží schodiště s rozkládacím ramenem, které pak navazuje na pevné stupně součástí kontejneru INV2 a dále na podestu součástí kontejneru HYG2h, ze které je umožněn přístup do buněk HYG2h a HYG3h. Půdorysné schéma rozloženého schodiště s navazujícími prostory je ukázáno na Obr. 6.3.1.



Obr. 6.3.1 Půdorysné schéma schodišťového prostoru (M 1:50)

Schodiště je jednoramenné, přímé. Šířka schodišťového ramene (bez zábradlí) je 960 mm, sklon je 40°. Schodišťové stupně se půdorysně překrývají, šířka stupnice je 250 mm, šířka stupně je 210 mm a výška stupně je 180 mm. Geometrické vlastnosti schodiště byly navrženy s ohledem na omezený prostor a úsporu materiálu (z důvodu hmotnosti rozkládací části).

Rozkládací část ramene je schodnicová, zbývající stupně a podesta jsou kotveny do nosných konstrukcí kontejneru na bočních stranách schodiště. Podesta a schodišťové stupně jsou tvořeny perforovanými profilovými rošty z hliníku. Schodiště nemá podstupnice. Schodnice jsou z tenkostěnných hliníkových U profilů o výšce 200 mm. Schodišťové stupně jsou kotveny ke schodnicím ze strany (zevnitř U profilu) pomocí úhelníkových přichytek. Spoje musí být provedeny tak, aby jednotlivé části schodišťového ramene byly prostorově tuhé.

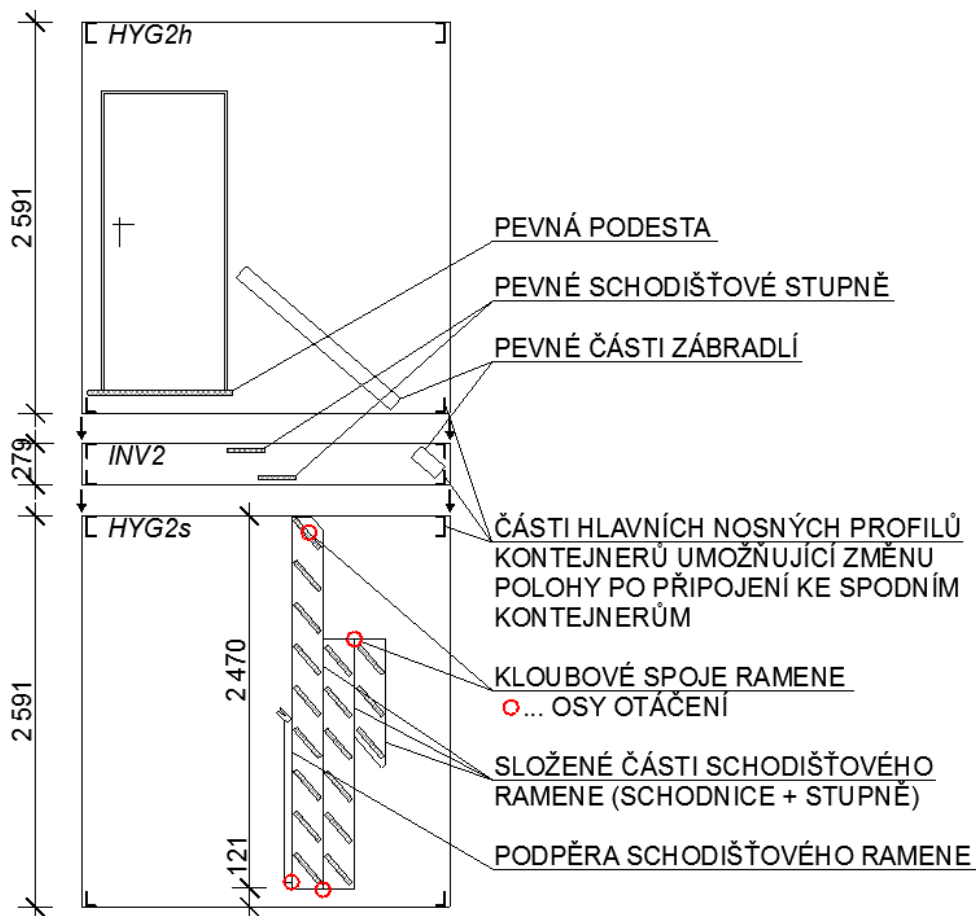
Hlavní osa otáčení rozkládacího schodišťového ramene je umístěna v horní části kontejneru HYG2s. Představuje ji ocelová trubka s funkcí čepu, která je prnutá mezi hlavní nosné profily kontejneru. K té jsou ve dvou místech kotveny schodnice rozkládacího ramene. Tento spoj tvoří horní podporu schodnic.

Klouby rozkládacího ramene představují spoje schodnic. Schodnice je na konci profilu opatřena čelní deskou, na kterou navazuje kloubový spoj s ocelovým čepem. Osa otáčení je buď u horního nebo u spodního povrchu schodnice. Na opačném povrchu musí být připravena spona, která zajistí schodišťové rameno proti samovolnému složení a zajistí přenášení tahového napětí.

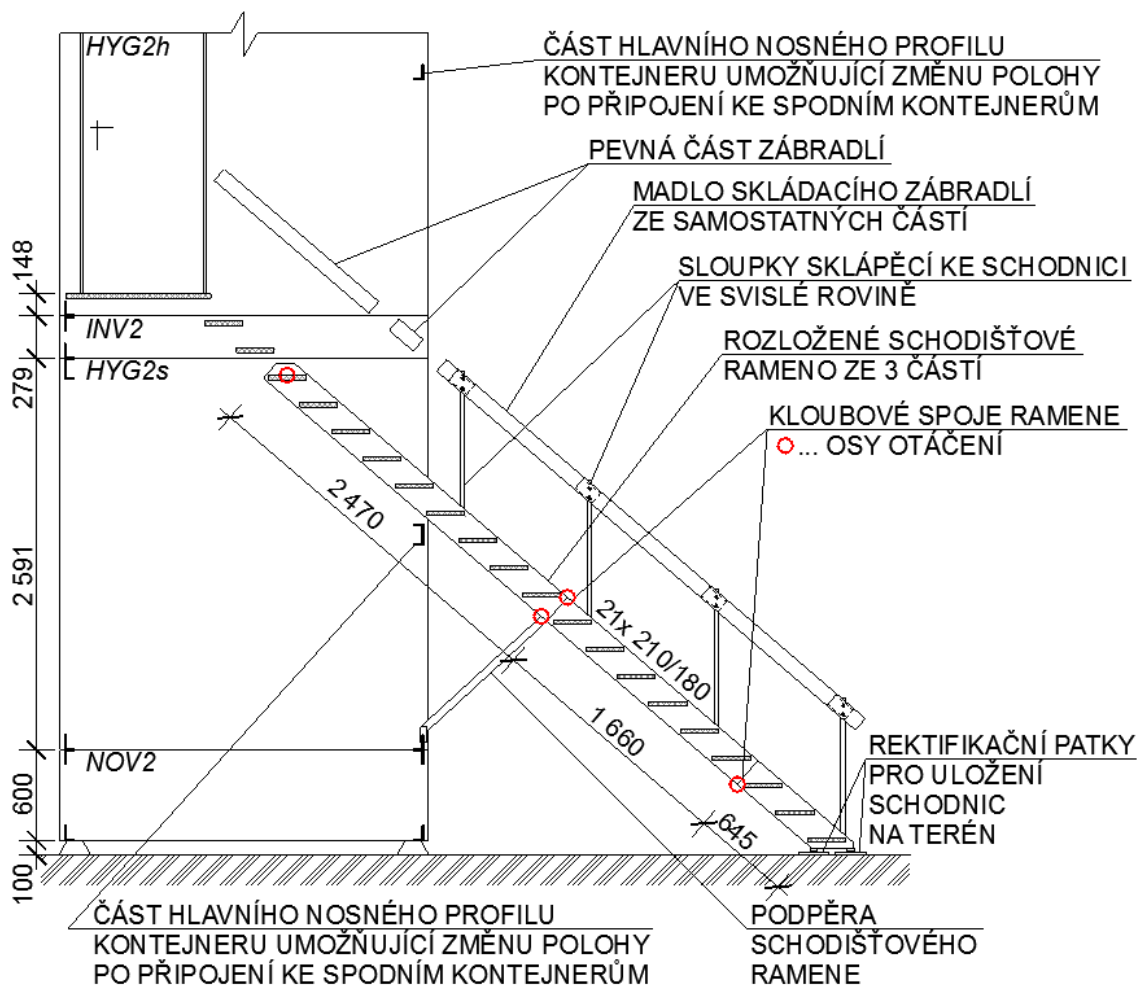
Spodní část rozkládacího ramene je na konci opatřena rektifikačními patkami (s upravitelnou výškou), které umožní dosednutí schodišťového ramene na terén a vytváří tím spodní podporu schodnic. Při větším sklonu terénu (tak, že by se rovina prvního schodišťového stupně dostala pod úroveň terénu) je možné spodní část schodišťového ramene nerozkládat a rameno v nejspodnějším místě podepřít provizorně.

Schodnice je mimo horního závěsného bodu a spodní patky podepřena ještě přibližně uprostřed rozpětí, a to skládací podpěrou. Podpěra je pevně spojena s čelní deskou schodnice, na kterou navazuje kloubový prvek. Druhý konec podpěry se při rozkládání schodiště přikotví ke spodnímu hlavnímu nosnému profilu kontejneru HYG2s (k ocelovému úhelníku). V rozloženém stavu je podpěra téměř kolmá na rovinu schodišťového ramene, a tak se podílí na zajištění prostorové tuhosti schodiště (součástí podpěry jsou dvě křížem orientovaná táhla).

Princip konstrukčního řešení schodiště je ukázán na *Obr. 6.3.2* a *Obr. 6.3.3*. Podrobnější výkresová dokumentace je obsahem přílohy P5.



Obr. 6.3.2 Schéma konstrukčního řešení schodiště – řez schodištěm ve složeném stavu (M 1:50)



Obr. 6.3.3 Schéma konstrukčního řešení schodiště – řez schodištěm v rozloženém stavu (M 1:50)

Zábradlí je řešeno částečně jako pevná součást schodiště, částečně jako samostatné příslušenství určené k montáži na místě rozložení schodiště.

V části schodišťového prostoru sevřeného mezi kontejnery slouží jako zábradlí pouze madlo vedené po jedné straně schodišťového ramene. Madlo je tvořeno hliníkovým profilem a je kotveno do pláště kontejnerů INV2 a HYG2h.

V části, kde schodišťové rameno vystupuje do volného prostoru před kontejnery, je zábradlí zajištěno po obou stranách ramene. Pevnou součástí ramene jsou sloupky zábradlí, které jsou kotvené z boku ke schodnicím (z vnější strany U profilů). Pro účely složení schodiště je možné otáčet sloupky kolem vodorovné osy ze svislé polohy do roviny schodišťového ramene. V rozloženém stavu musí spoj sloupku zábradlí a schodnice zabránit samovolnému složení (otočení) sloupku.

Samostatnou částí zábradlí jsou pak hliníkové profily tvořící madlo. Jedná se o samostatné kusy madla dlouhé 1,25 m. Tvar profilů umožňuje jejich zasunutí do sebe, takže vznikne madlo zábradlí o potřebné délce (dle konkrétní situace). Místo spoje profilů slouží zároveň k přikotvení madla k rozkládacím sloupkům zábradlí, např. pomocí šrobouvých spojovacích prostředků. Tak dojde k pevnému spojení sloupku zábradlí vždy se dvěma částmi madla.

6.4 Návrh obálky hygienických a technických buněk

6.4.1 Konstrukční materiály

Z důvodu vyšší požadované životnosti buněk (ve srovnání s EDHU) byly zvoleny materiály odpovídající variantě 3 z ekonomické analýzy provedené v kapitole 5.1.5. Většina použitých materiálů je typická pro obytné a hygienické kontejnery vyráběné v současné době. [19]

Nosníky ve střeše a podlaze kontejneru jsou z ocelových tenkostěnných U profilů. Umístění a rozměry odpovídají vodorovným nosníkům v EDHU, ale oproti dřevu je zvolen materiál s delší životností a odolností proti poškození např. působením vlhkosti.

Vnější plášť kontejneru, který má ochrannou a ztužující funkci, je tvořen ocelovými trapézovými plechy. Opět se jedná o volbu materiálu s větší životností jako náhradu za konstrukční opláštění obytné buňky deskami PackWall.

Stěny jsou navrženy ze sendvičových panelů, které tvoří jádro z minerální vlny oboustranně opláštěné plechem. Vnitřní plech má funkci parozábrany. U vnějšího plechu je uvažováno snížení faktoru difúzního odporu tak, že bude použit děrovaný plech pokrytý difúzně otevřenou fólií. Budou tak zachovány mechanické vlastnosti plechu, zatímco panel bude umožňovat odpar zkondenzované vodní páry do exteriéru. Výjimku tvoří kontejnery s nádržemi na odpadní vody (NOV2 a NOV3 – viz kapitola 4.2), jejichž konstrukce mohou být z obou stran vystaveny velmi vysoké vlhkosti a agresivnímu prostředí. Pro tento jediný případ jsou použity sendvičové panely s polyuretanovým jádrem a s celistvým plechovým opláštěním. Tyto panely by tedy měly být nepropustné pro vodu i pro vodní páru.

Materiálem tepelné izolace podlah a stropů kontejnerů (s výjimkou NOV2 a NOV3) je stejně jako u stěn minerální vlna. V tomto případě se jedná o jednotlivé desky vložené mezi tenkostěnné ocelové nosníky. Tepelná izolace je dále vložená do předstěn a podhledu.

V podlaze a střeše je použita fóliová parozábrana ze stejného materiálu jako v případě EDHU (PE fólie s ekvivalentní difúzní tloušťkou 1 500 m). K plechům stěnových panelů, které mají funkci parozábrany, musí být fólie připojené systémem parotěsných lepících pásek.

V hygienických buňkách jsou konstrukce opatřeny vnitřními pohledovými deskami PackWall (viz popis materiálu v kapitole 5.3.2). Jejich účelem je ochrana parozábran a zakrytí některých rozvodů. Jsou použity desky o tloušťce 12 a 18 mm. Na vnějších stěnách a stropě desky zakrývají prostor předstěn, resp. podhledu, jejichž kostry jsou navrženy z tenkostěnných ocelových profilů. Povrchovou úpravu ve sprchových koutech tvoří lakované ocelové plechy s vodotěsnými spoji i napojením na sprchovou vaničku.

Materiál PackWall je dále použit ve střešních nástavcích (kontejnery STR2 a STR3 – viz kapitola 4.2), kde jsou z desek smontovány rámy pnuté příčně mezi nosné konstrukce kontejneru. Jejich účelem je vymezení instalačního prostoru v kontejneru, prostoru pro tepelnou izolaci střechy a zajištění sklonu střechy.

Materiál střešní krytiny střešních nástavců (které zůstávají střešnou i pro EDHO ve složeném stavu) je shodný se střešní krytinou EDHU – jedná se o fóliovou hydroizolaci z PVC-P s podkladní geotextilií.

6.4.2 Popis konstrukcí obálky hygienických buněk

Nosnou konstrukci **podlahy**, resp. spodního stropu kontejneru, tvoří tenkostěnné ocelové U profily o výšce 120 mm, pnuté v příčném směru a kotvené do spodního vodorovného rámu z ocelových úhelníků. Jsou uvažovány osové vzdálenosti nosníků 625 mm (2 ks na 1,25 m) z důvodu návaznosti roznášecí vrstvy podlahy.

Ze spodní strany je konstrukce opatřena trapézovým plechem, který tvoří vnější plášť kontejneru. Plech je orientovaný podélně (kolmo na podlahové nosníky) a musí být vzduchotěsně přivařen ke spodnímu obvodovému rámu z ocelových úhelníků.

Prostor mezi nosníky je vyplněn tepelnou izolací – deskami z minerálních vláken.

Na horním povrchu nosníků je uložena fóliová parozábrana, která je zakrytá dvěma vrstvami desek PackWall. Ty tvoří roznášecí a zároveň nášlapnou vrstvu podlahy o celkové tloušťce 36 mm. Přenos kročejového hluku není v rámci podlahové konstrukce utlumen, je nutné zabránit přenosu vibrací mezi kontejnery.

Tab. 6.4.2.1 Skladba stropu a podlahy hygienické buňky

| Skladba stropu a podlahy hygienické buňky | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|---|
| nášlapná a roznášecí vrstva – 2x deska PackWall tl. 18 mm | 36 mm | 176 mm |
| parozábrana – parotěsná PE fólie | - | |
| stropní nosníky z tenkostěnných ocelových U profilů + tepelná izolace z minerální vlny | 120 mm | Součinitel prostupu tepla 0,23 W/m ² .K |
| plášť kontejneru – trapézový plech TR 20/137,5 | 20 mm | |

pozn.: hodnota součinitele prostupu tepla zohledňuje i vliv navazujícího kontejneru NOV2 nebo NOV3 (tj. je uvedena hodnota použitá pro energetické výpočty)

Jako **vnější stěny** jsou označeny 3 stěny hygienických kontejnerů, které v sestavě EDHO nepřiléhají k obytným buňkám. Tyto stěny jsou řešeny jako dvouplášťové a z vnitřní strany jsou opatřeny předstěnou.

Plech vnějšího pláště jsou pnuté svísele a kotvené pomocí svarů k hlavním nosným profilům kontejneru. Svary jsou pouze na částech vln (čela plechů nejsou upravená), takže prostor mezi vlnami je propojený s exteriérem. V horní části jsou vzniklé otvory překryté okapnicí.

Stěnové panely jsou pnuté vodorovně, tj. tak, aby vlny plechů panelů byly kolmé na vlny trapézových plechů pláště kontejneru. Mezi vnějším plechem panelu a pláštěm kontejneru tak vzniká mezera, do které může prostupovat vodní pára ze skladby stěny a být odváděna do exteriéru (je uvažováno s úpravou difúzních vlastností vnějšího plechu panelu – viz kapitola 6.4.1). Vzhledem k tloušťce mezery se nejedná o plnohodnotnou větranou dutinu ve dvojité fasádě, mezera mezi plechy má spíše funkci obdobnou expanzní vrstvě ve střeše. Funkcí vnějšího trapézového plechu (pláště kontejneru) je dále ochrana stěnového panelu proti působení vnějších vlivů.

Vnitřní plech stěnového panelu má funkci parozábrany. Je vhodné, aby jednotlivé panely byly vyrobeny přesně na rozměr dané stěny kontejneru, nebo byly doplněny funkčním těsnícím systémem spár mezi panely. Po obvodu musí být panely připojeny parotěsnou lepicí páskou ke sloupům kontejneru nebo spojeny stejným způsobem s fóliovou parozábranou.

Z vnitřní strany je navržena předstěna pro vedení některých rozvodů. Kostra předstěny je z tenkostěnných ocelových UW a CW profilů v osových vzdálenostech 625 mm (2 ks na 1,25 m) a je kotvena do podlahy a stropu (tj. v samostatném předsazeném provedení). Opláštění předstěny je navrženo z desek PackWall o tloušťce 12 mm. Prostor předstěny je vyplněn tepelnou izolací – rohožemi z minerálních vláken.

Tab. 6.4.2.2 Skladba vnější stěny hygienické buňky

| Skladba vnější stěny hygienické buňky | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|--|-----------------|--|
| vnitřní pohledová deska – PackWall | 12 mm | 172 mm |
| kostra předstěny z UW a CW profilů + tepelná izolace z minerální vlny | 60 mm | |
| sendvičový panel s jádrem z minerální vlny | 100 mm | Součinitel prostupu tepla 0,23 W/m ² .K |
| plášť kontejneru – trapézový plech TR 30/262,5 | 30 mm | |

Čtvrtá stěna hygienické buňky je označena jako **vnitřní stěna**, protože takovou funkci plní v rámci sestavy EDHO (přiléhá k obytným buňkám). Při přepravě je však stěnou vnější, což znamená, že na ni působí vnější vlivy.

Vnitřní stěnu tvoří pouze sendvičový panel s jádrem z minerální vlny, oboustranně opláštěný plechem. Pro vnější plech panelu je uvažováno s úpravou jeho difúzních vlastností (viz kapitola 6.4.1).

Optimální rozměr stěnového panelu je opět takový, který odpovídá rozměrům stěny tak, aby mohl být použit jeden stěnový panel bez vnitřních spojů. V rámci tohoto panelu jsou pak navrženy 2 nebo 3 vyjímatelné otvory, které slouží pro přístup ke dveřím EDHU. Výplně otvorů musí mít pevný rám, který se systémem spon pevně uchytil do stěnového panelu tak, aby nebyla narušena jeho tuhost (důležité při manipulaci a přepravě). Po osazení buňky v rámci sestavy EDHO je pak možné výplně vyjmout a použít pro jiné účely (např. vytvoření zpevněné plochy před kontejnerem).

Skladbu vnitřní stěny tvoří pouze sendvičový panel s jádrem z minerální vlny. Panel má celkovou tloušťku 100 mm.

V rámci hygienických kontejnerů jsou navrženy lehké **příčky**, které oddělují koupelny a WC od komunikačních prostorů. Konstrukčně jsou řešeny jako panely složené ze dvou desek PackWall o tloušťce 12 mm, které jsou spojené roštem z tenkých latí (šířka mezery je 26 mm). Latě mohou být dřevěné (nižší pořizovací náklady), z materiálu PackWall nebo z tenkostěnných ocelových profilů (větší životnost). Každý panel příčky musí být kotven do desky v podlaze a stropní konstrukci

Funkce příček je zejména dělicí, případně lze v dutinách příček vést rozvody elektřiny, ale zásuvky a vypínače osvětlení pak musí být částečně vysunuty z povrchu příčky.

Tab. 6.4.2.3 Skladba příčky

| Skladba příčky | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| pohledová deska – PackWall | 12 mm | 50 mm |
| kostra příčky z latí 40 x 26 mm | 26 mm | |
| pohledová deska – PackWall | 12 mm | |

Stropní konstrukce hygienické buňky je během přepravy a montáže zároveň střešou. Po sestavení EDHO dále zůstává pouze „vnitřním“ stropem.

Nosnou konstrukci tvoří tenkostěnné ocelové U profily o výšce 120 mm, pnuté v příčném směru a kotvené do horního vodorovného rámu z ocelových profilů UPE140. Jsou uvažovány osové vzdálenosti nosníků 625 mm (2 ks na 1,25 m) z důvodu návaznosti desek podhledu.

Na horním povrchu nosníků je uložen trapézový plech, který tvoří vnější plášť kontejneru. Plech je orientovaný podélně (kolmo na stropní nosníky) a musí být vodotěsně přivařen k hornímu nosnému rámu kontejneru. Střeška (při přepravě a montáži) nemá řízený odvod dešťové vody.

Prostor mezi nosníky je vyplněn tepelnou izolací – deskami z minerálních vláken.

Ze spodní strany je konstrukce opatřena fóliovou parozábranou, která je chráněná deskou PackWall o tloušťce 18 mm. Deska tvoří vnitřní pohledovou vrstvu. Pohled s instalační mezerou není z důvodu nedostatečné využitelnosti navržen. Rozvody elektřiny budou vedeny na povrchu desek a zakryty lištami.

Tab. 6.4.2.4 Skladba stropu hygienické buňky

| Skladba stropu hygienické buňky | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|--|
| plášť kontejneru – trapézový plech TR 8/88 | 8 mm | 146 mm |
| stropní nosníky z tenkostěnných ocelových U profilů + tepelná izolace z minerální vlny | 120 mm | |
| parozábrana – parotěsná PE fólie | - | Součinitel prostupu tepla 0,12 W/m ² .K |
| vnitřní pohledová deska – PackWall | 18 mm | |
| pozn.: hodnota součinitele prostupu tepla zohledňuje i vliv navazujícího kontejneru STR2 nebo STR3 (tj. je uvedena hodnota použitá pro energetické výpočty) | | |

Výkresová dokumentace hygienických buněk ve formě schématických půdorysů a řezu je obsahem přílohy P6.

6.4.3 Popis konstrukcí obálky technických buněk

Konstrukce stěn kontejnerů INV2 a INV3 vychází z řešení vnější stěny pro hygienickou buňku. Hlavním rozdílem je absence předstěny, v případě stěn přilehlých k EDHU dále chybí vnější (svisle orientovaný) trapézový plech.

Sendvičové stěnové panely jsou kotvené k hlavním nosným profilům kontejneru. Vnitřní plech má opět funkci parozábrany a musí být parotěsně napojen na okolní konstrukce (systémem parotěsných lepicích pásek). Vnější plech má snížený difúzní odpor (viz kapitola 6.4.1).

Tab. 6.4.3.1 Skladba stěny kontejnerů INV

| Skladba stěny kontejnerů INV | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|--|-----------------|-----------------------------|
| sendvičový panel s jádrem z minerální vlny | 100 mm | 130 mm |
| plášť kontejneru – trapézový plech TR 30/262,5 | 30 mm | |

Instalační vložky (kontejnery INV2 a INV3) nemají z důvodu úspory výšky podlahovou ani stropní konstrukci. Vodorovnou nosnou konstrukcí je rošt z ocelových tenkostěnných profilů o výšce 60 mm, který je součástí skříně vzduchotechnické jednotky, tj. skříně je samonosná. Mimo umístění vzduchotechnické jednotky jsou lokálně navrženy další rošty z ocelových tenkostěnných profilů, a to v místech vedení rozvodů.

Kontejnery jsou opláštěny shora a zdola nízkými trapézovými plechy TR 8/88, které jsou orientované příčně a vodotěsně přivařené k vodorovným ráům z ocelových úhelníků.

Střešní nástavce (kontejnery STR2 a STR3) zahrnují prostor pro instalace (řešení shodné s instalačními vložkami) a **konstrukci střechy**, která se podobá řešení střechy EDHU a v rámci sestavy EDHO zůstává vždy střechou (zastřešuje celý stoh kontejnerů). Na rozdíl od střech hygienických kontejnerů se jedná o střechu odvodněnou, konstrukčně se více blíží plochým střechám na běžných budovách.

Nosnou konstrukcí střechy jsou rámy sešroubované z desek PackWall o tloušťce 18 mm, které jsou orientované příčně a kotvené k hlavní nosné konstrukci kontejneru (ocelovým ráům). V podélném směru jsou zavětrované kolmo připojenými deskami PackWall.

Rámy ve spodní části vytváří volný prostor pro instalace (vzduchotechnickou jednotku a rozvody tepla, vzduchu a elektřiny). V místech vedení rozvodů a umístění skříně vzduchotechnické jednotky jsou navrženy rošty z tenkostěnných ocelových profilů o výšce 60 mm. Ze spodní strany je kontejner opláštěn nízkými trapézovými plechy TR 8/88.

Horní část ráů je zešikmená ve tvaru spádování střechy. Prostor mezi rámy (svislé části i vodorovná část nad instalační mezerou) je vyplněn tepelnou izolací, kterou tvoří desky z minerální vlny.

Na rámy jsou v daném spádu uloženy desky PackWall o tloušťce 18 mm, s upraveným difúzním odporem (princip popsán v kapitole 5.3.2) a dále mechanicky kotvená hydroizolační fólie podložená geotextilií. Geotextilie má funkci expanzní vrstvy a v atikové části musí být propojena s venkovním prostředím.

Tab. 6.4.3.2 Skladba střechy kontejnerů STR

| Skladba střechy kontejnerů STR | Tloušťka vrstvy | Celková tloušťka konstrukce |
|---|-----------------|-----------------------------|
| hydroizolace z PVC-P, mechanicky kotvená | 1,5 mm | 260 – 325 mm |
| geotextilie | 5 mm | |
| deskový záklop střešní konstrukce – upravený PackWall | 18 mm | |
| nosné rámy z desek PackWall o tloušťce 18 mm | 235 – 300 mm | |
| + tepelná izolace z minerální vlny | | |

Střecha je spádovaná v příčném směru (spád 2 %) ke dvěma odtokovým místům nad podélnou stěnou s vyústěním vzduchotechnických potrubí do exteriéru a se vstupními dveřmi. Tam jsou umístěny 2 propusti skrz atikovou část s nasazovací částí žlabu, který odvede vodu dále od fasády a nechá ji stékat do zasakovacího místa. Řešení propusti se shoduje s odvodněním střechy EDHU (viz Obr. 5.3.3 v kapitole 5.3.3), liší se pouze směr odtoku vody a skladba střechy.

Podlaha kontejnerů NOV2 a NOV3 je tvořena panelem s tenkostěnnými ocelovými nosníky, polyuretanovou výplní a oboustranným opláštěním plechem.

Panel je kotvený ke spodnímu rámu z ocelových úhelníků. Oba plechy musí být vodotěsné a vodotěsně spojené (přivařené) s kontejnerovým rámem. Uvažovaná celková tloušťka panelu je 100 mm, minimální tloušťka tepelně izolační vrstvy (PUR) je vlivem tvaru plechů 80 mm.

Stěny kontejnerů NOV2 a NOV3 jsou navrženy ze sendvičových panelů s polyuretanovým jádrem oboustranně opláštěným plechem.

Panely jsou kotvené k hlavní nosné konstrukci kontejneru. Plechy panelů jsou v tomto případě celistvé (s neupravenými difúzními vlastnostmi) a vodotěsné (ideálně bez spojů – jeden panel na celou plochu stěny). Konstrukce musí být řešena vodotěsně, tj. plechy vodotěsně přivařené k navazujícím konstrukcím. Celková tloušťka panelu je 130 mm, minimální tloušťka tepelně izolační vrstvy (PUR) je vlivem tvaru plechů 100 mm.

Kontejnery NOV2 a NOV3 nemají z důvodu úspory prostoru stropní konstrukci. Prostor kontejnerů je vyplněný nádržemi na odpadní vody. Konstrukce je shora pouze opláštěná nízkými trapézovými plechy TR 8/88, které jsou orientované příčně a jsou vodotěsně přivařené k hornímu nosnému rámu.

6.4.4 Teplotně vlhkostní bezpečnost konstrukcí

V software Area 2017 EDHU byly vytvořeny 2 výpočetní modely, které zahrnují kritická místa v obálce stohu technických a hygienických kontejnerů. Pomocí dvojrozměrného teplotního a vlhkostního pole byla posouzena vybraná bezpečnostní kritéria dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 13 788. [3] [9] Stejně jako v případě EDHU nebylo provedeno tepelně vlhkostní posouzení plošných konstrukcí, a to z důvodu malých rozměrů buňky a obtížně odhadnutelných směrů tepelných a vlhkostních toků.

Vyhodnoceno je kritérium teplotního faktoru vnitřního povrchu v hygienických buňkách, roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry a je posouzeno, zda není funkce jednotlivých částí konstrukce ohrožena zvýšenou vlhkostí nebo kondenzátem. Navíc je sledováno, zda při návrhových podmínkách může docházet k poklesu teploty v technických kontejnerech pod 0 °C (tento stav by mohl ohrozit technické zařízení EDHO).

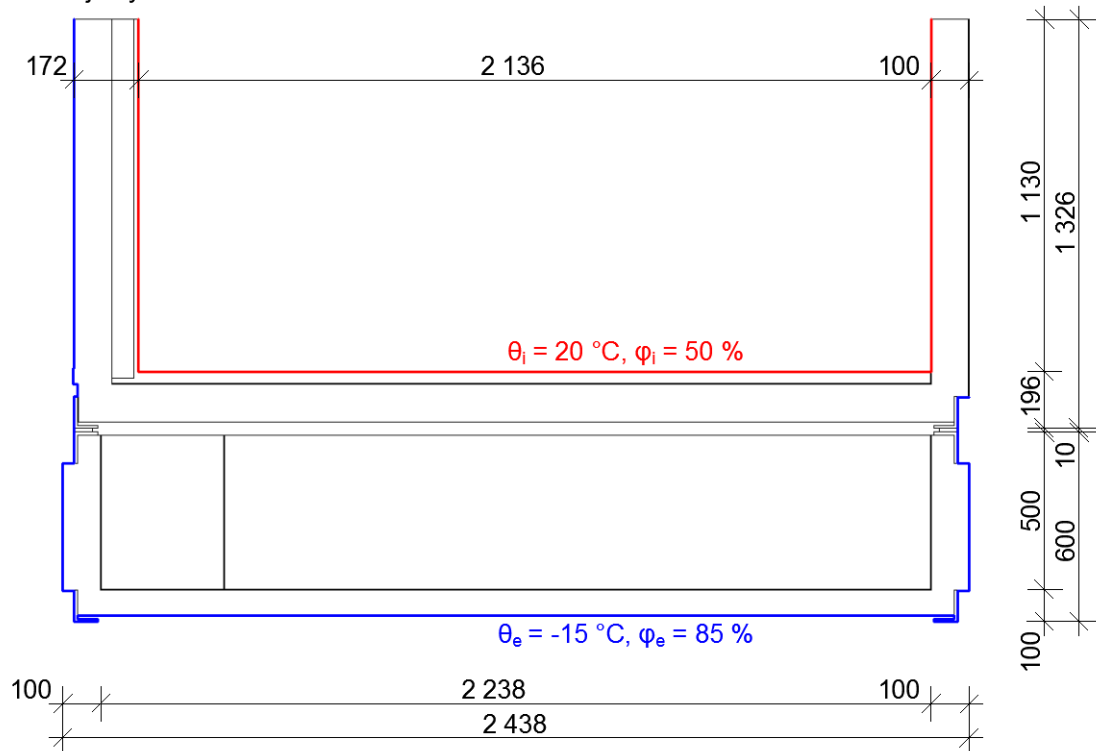
Jako limitní hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu je použita typická hodnota $f_{Rsi,cr} = 0,747$, která dle ČSN 73 0540-2 odpovídá vnitřní teplotě 20 °C. [3] Podmínka roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry je považována za splněnou, pokud na konci modelového roku v konstrukci není akumulován kondenzát. Jsou sledovány měsíce, kdy v konstrukci může docházet ke kondenzaci. Za části konstrukce ohrožené vlhkostí jsou považovány desky PackWall, pokud v nich relativní vlhkost přesáhne hodnotu 85 %, a to ze stejných důvodů jako u konstrukcí EDHU (obsah papíru v materiálu PackWall). Za ohrožené jsou dále považovány části tepelné izolace z minerální vlny, ve kterých kondenzuje vlhkost, tj. jejich relativní vlhkost dosahuje hodnoty 100 %.

První výpočetní model obsahuje všechny konstrukce kontejneru s nádržemi na odpadní vody, konstrukci podlahy hygienické buňky a vnitřní a vnější stěnu hygienické buňky modelovanou

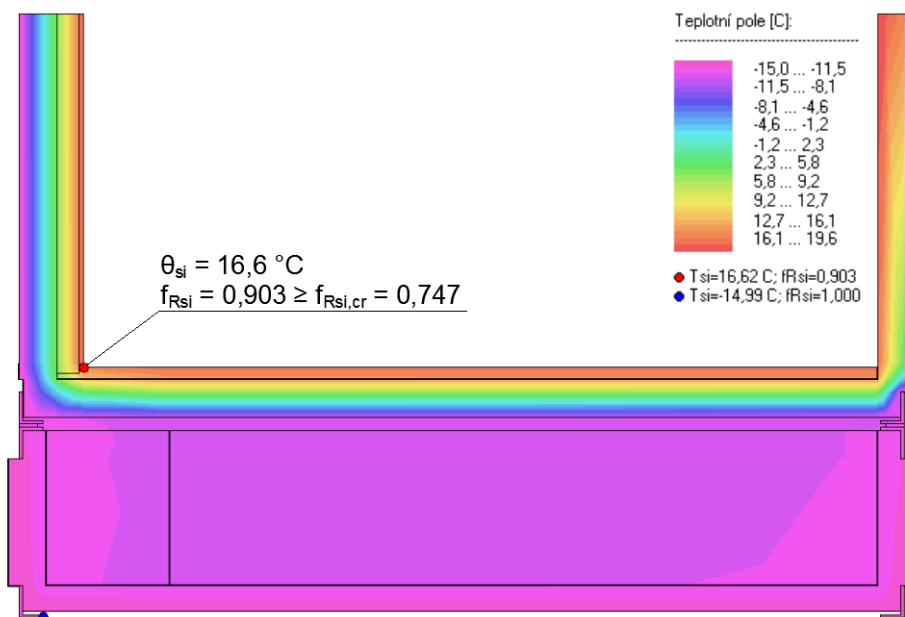
do poloviny výšky (rovina symetrie). Spáry mezi oběma kontejnery jsou utěsněny těsnícím pásem dle kapitoly 4.2. Okrajové podmínky modelu jsou definovány takto:

- vnitřní teplota: 20 °C,
- vnitřní relativní vlhkost: 50 %,
- vnější teplota: – 15 °C,
- vnější relativní vlhkost: 85 %.

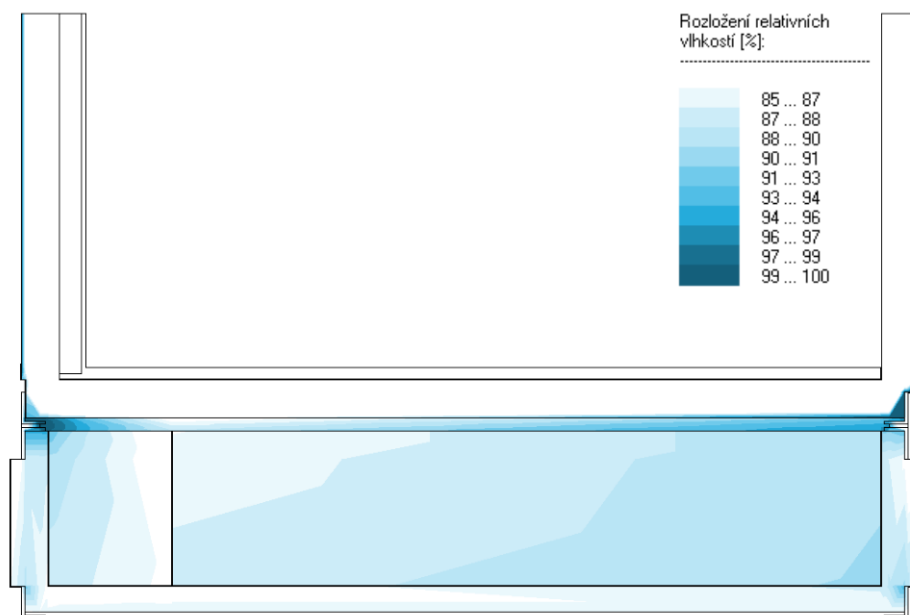
Geometrie modelu a okrajových podmínek jsou ukázány na Obr. 6.4.4.1, teplotní pole včetně vyznačení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu je vykresleno na Obr. 6.4.4.2, vlhkostní pole s vyznačenými relativními vlhkostmi nad 85 % je vykresleno na Obr. 6.4.4.3.



Obr. 6.4.4.1 Geometrie výpočetního modelu 1 (M 1:20)



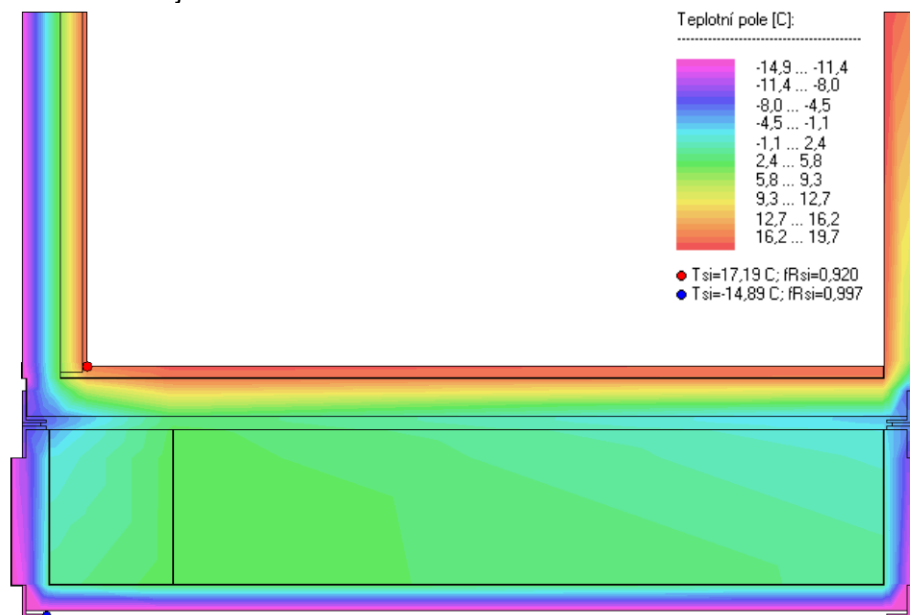
Obr. 6.4.4.2 Teplotní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20)



Obr. 6.4.4.3 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20)

Podmínka teplotního faktoru vnitřního povrchu je splněna. Zvýšená relativní vlhkost neohrožuje materiály s obsahem papíru, vyskytuje se zejména ve spáře mezi kontejnery. Problémem, který výsledky výpočtu ukazují, je příliš nízká teplota v prostoru kontejneru NOV. Znamená to, že bez vytápění tohoto prostoru by mohlo docházet k zamrznání vody v potrubí a nádržích.

Ochrana technického zařízení proti mrazu je řešena cílenou tepelnou ztrátou z rozvodu tepla (otopné vody). Do kontejnerů NOV2 a NOV3 jsou přivedeny odbočky z hlavního rozvodu tepla. V rámci prostoru pro instalace pak potrubí vytváří smyčku (je vedené po obvodě prostoru), která má při teplotě média v potrubí 70 °C ztrátu přibližně 200 W. Orientační výpočet tepelné ztráty kontejneru, délky a izolace potrubí s cílenou tepelnou ztrátou je uveden v příloze P7. Výsledné teplotní pole výpočetního modelu po zadání zdroje tepla je vykresleno na Obr. 6.4.4.4. Vyšší teplota má dále vliv na množství zkondenzované vodní páry, které se při vytápění kontejneru NOV snižuje.



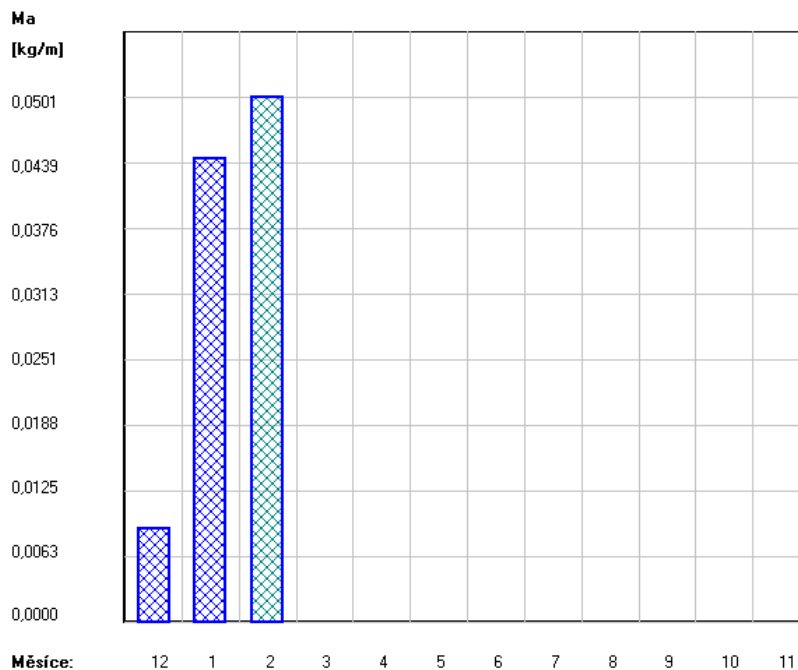
Obr. 6.4.4.4 Teplotní pole výpočetního modelu 1 v případě cílené tepelné ztráty z potrubí (M 1:20)

Roční bilanci zkondenzované a vypařitelného množství vodní páry je možné vyhodnotit na základě následujícího grafu na Obr. 6.4.4.5, který je již stanoven pro model s cílenou tepelnou ztrátou z potrubí. Výpočet zde ukázal, že ke kondenzaci vodní páry v konstrukci může docházet

v období od prosince do února. Zároveň se ale projevuje vysychání (odpar kondenzátu), protože se množství kondenzátu od února dále nezvyšuje a v březnu už konstrukce neakumuluje žádnou vlhkost v kapalné podobě.

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

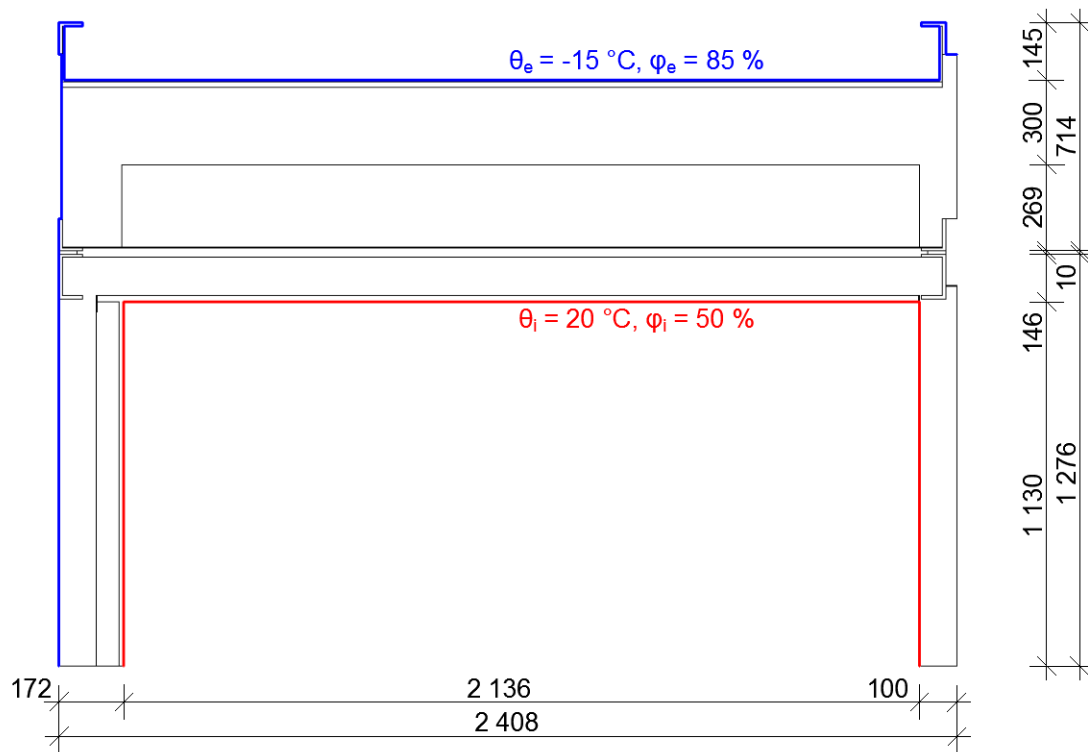
Výpočet podle EN ISO 13788



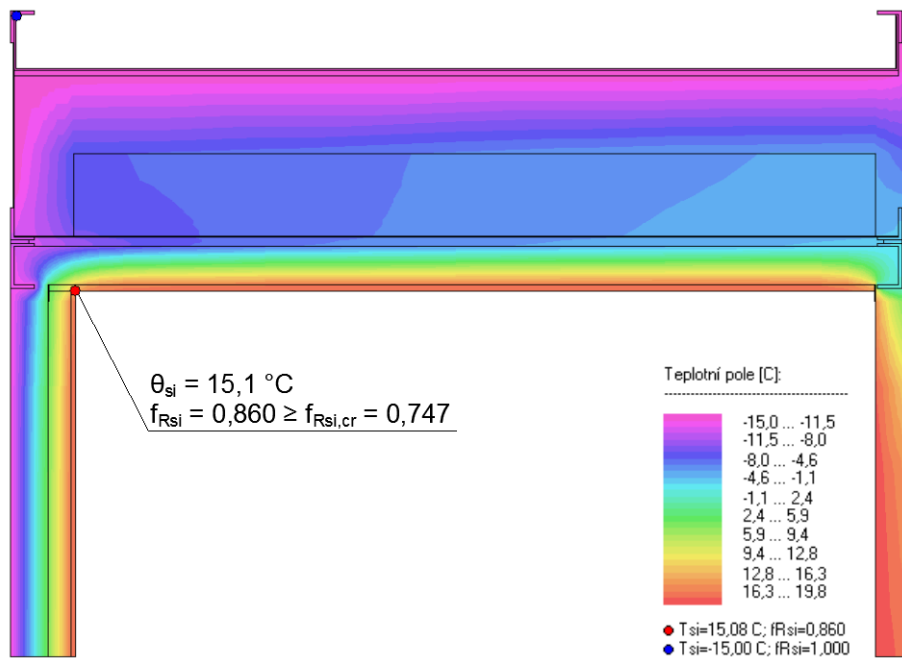
Obr. 6.4.4.5 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 1

Druhý výpočetní model obsahuje všechny konstrukce střešního nástavce (kontejneru STR2 nebo STR3), konstrukci stropu hygienické buňky a vnitřní a vnější stěnu hygienické buňky modelovanou od poloviny výšky (rovina symetrie). Spáry mezi oběma kontejnery jsou utěsněny těsnícím pásem dle kapitoly 4.2.

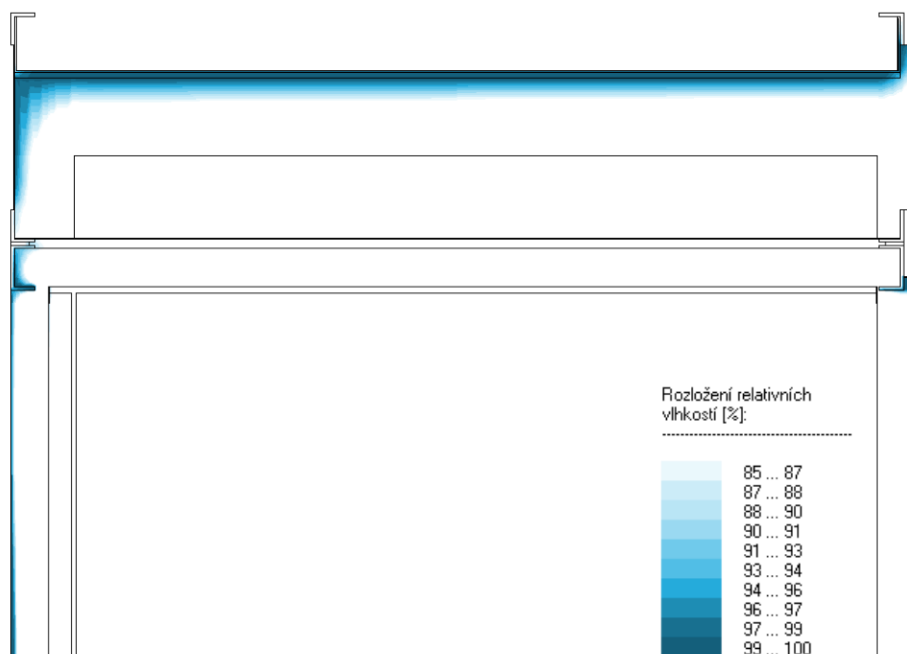
Hodnoty parametrů okrajových podmínek (teploty a relativní vlhkosti) jsou shodné s prvním výpočtovým modelem. Geometrie modelu a okrajových podmínek jsou ukázány na Obr. 6.4.4.6, teplotní pole včetně vyznačení nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru vnitřního povrchu je vykresleno na Obr. 6.4.4.7, vlhkostní pole s vyznačenými relativními vlhkostmi nad 85 % je vykresleno na Obr. 6.4.4.8.



Obr. 6.4.4.6 Geometrie výpočetního modelu 2 (M 1:20)



Obr. 6.4.4.7 Teplotní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20)

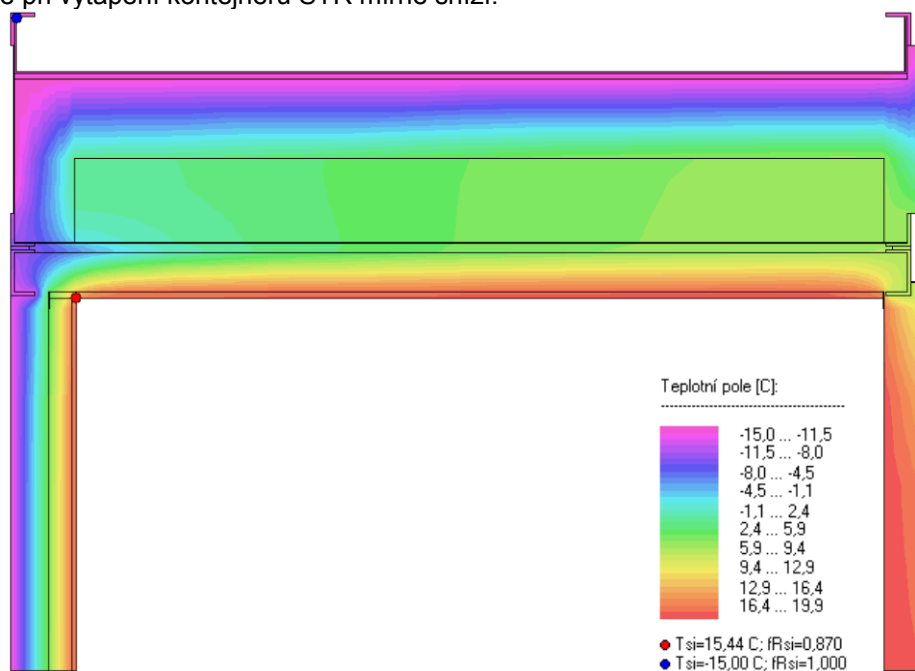


Obr. 6.4.4.8 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20)

Podmínka teplotního faktoru vnitřního povrchu je splněna. Pod střešní krytinou se projevuje kondenzační zóna typická pro jednovrstevné ploché střechy. Vlhkostí je zasažena zejména deska z materiálu PackWall, která tvoří bednění pod hydroizolací. Plasty (zejména PE fólie) ve struktuře desky by měly zajistit lepší odolnost proti vlhkosti a jejím projevům, než by měla např. OSB deska. [84] Další efekt, který se příznivě podílí na ochraně proti projevům zvýšené vlhkosti, má expanzní vrstva střechy tvořená geotextilií pod hydroizolací.

Stejně jako v případě kontejneru NOV se projevuje příliš nízká teplota v instalačním prostoru střešního nástavce. Hrozilo by tak zamrznutí vody v potrubí nebo poškození jiných technických zařízení (např. regulační systém vzduchotechnické jednotky). Řešení ochrany proti mrazu je shodné se spodním technickým kontejnerem – po obvodu instalačního prostoru ve střešním nástavci je vedené potrubí s otopnou vodou, jehož účelem je cílená tepelná ztráta do řešeného prostoru. Orientačním výpočtem tepelné ztráty kontejneru, délky a izolace potrubí (viz příloha P7) je stanovena potřebná tepelná ztráta z potrubí na 160 W.

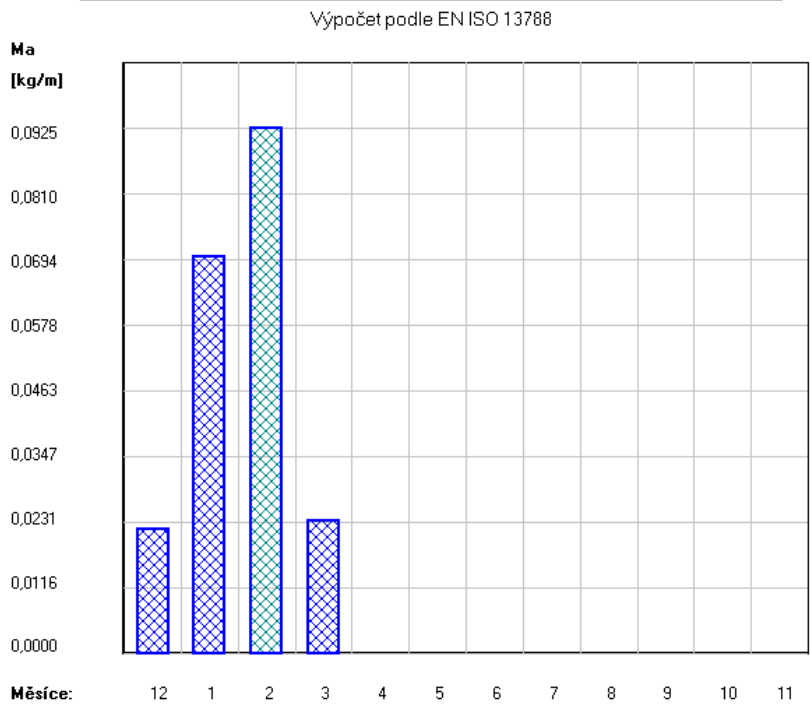
Výsledné teplotní pole výpočetního modelu po zadání zdroje tepla je vykresleno na Obr. 6.4.4.9. Vyšší teplota má dále vliv na množství zkondenzované vodní páry, které se při vytápění kontejneru STR mírně sníží.



Obr. 6.4.4.9 Teplotní pole výpočetního modelu 2 v případě cílené tepelné ztráty z potrubí (M 1:20)

Roční bilanci zkondenzovaného a vypařitelného množství vodní páry je možné vyhodnotit na základě následujícího grafu na *Obr. 6.4.4.10*, který je již stanoven pro model s cílenou tepelnou ztrátou z potrubí. Výpočet zde ukázal, že ke kondenzaci vodní páry v konstrukci může docházet v období od prosince do března. Od března se pak projevuje vysychání (odpar kondenzátu).

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



Obr. 6.4.4.10 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 2

7. Koncept rozvodů energie a ZTI

7.1 Energetický koncept na úrovni EDHC

7.1.1 Zdroje a potřeba energie

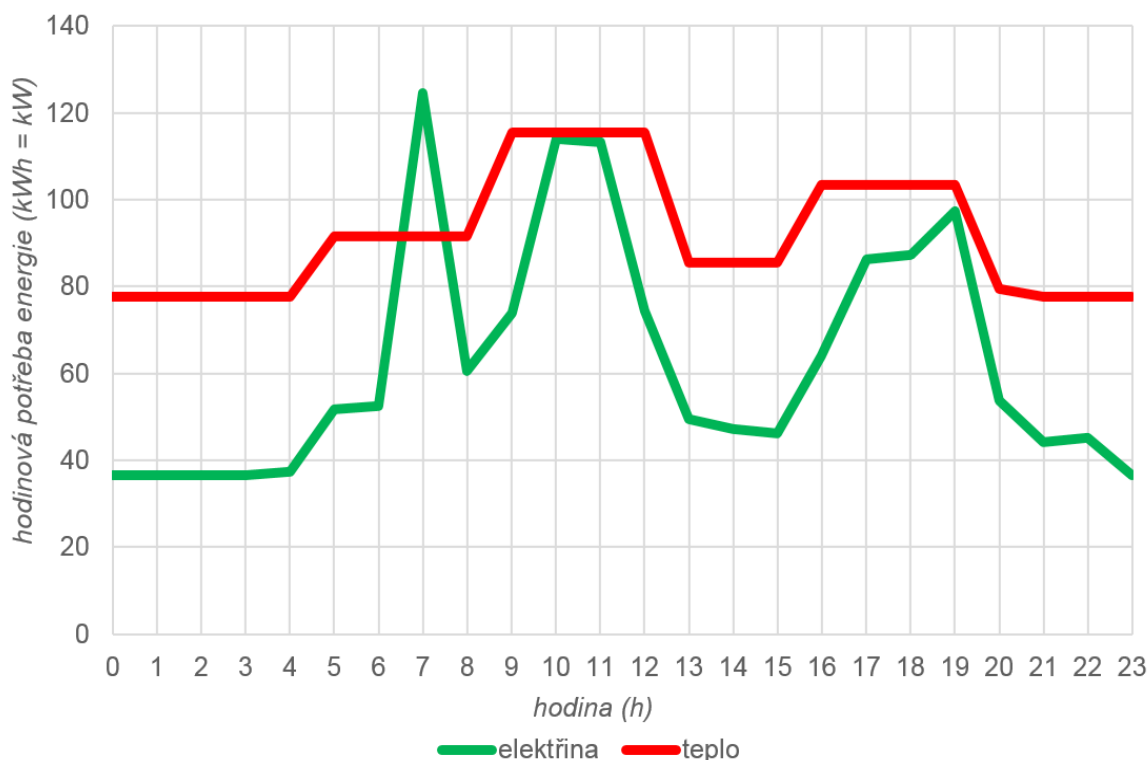
Komplex nouzového bydlení využívá dva typy zdrojů energie: armádní kontejnery Alfons (viz kapitola 3.4.1) a KVET kontejner (viz kapitola 3.5.2 a kapitola 7.1.2). První z těchto zdrojů poskytuje elektřinu, druhý elektřinu a teplo ve formě teplé otopné vody.

Návrh celého systému je v této kapitole řešen pro extrémní zimní podmínky a je v něm zcela zanedbáno využití obnovitelných zdrojů energie v místě nasazení EDHC (sluneční záření a vítr). Jinými slovy je zde proveden návrh KVET zařízení jako jediného zdroje energie, i když bude jeho činnost při praktickém použití částečně nahrazena kontejnery Alfons.

Zařízení odebírající energii jsou vypsána v následující tabulce společně s jejich maximálními současnými příkony pro každou hodinu dne. Průběh maximálních současných příkonů v průběhu dne je dále vykreslen v grafu na *Obr. 7.1.1*. Ve výpočtech je uvažováno s dlouhodobou variantou EDHC s kapacitou 160 osob. Tato varianta by měla mít největší potřebu energie a také nejvyšší požadované příkony.

Tab. 7.1.1 Hodinová a denní potřeba energie v EDHC

| Buňka / sestava | Hodina | Příkon (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Energie (kWh) | Max. příkon (kW) | |
|------------------------------|---------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|------------------|--------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | | |
| 4x EDHO | elektrina - uživatelská | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 346,6 | 74,80 |
| | elektrina - technické zařízení | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 106,2 | 7,00 |
| | teplo - vytápění | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 32,9 | 788,7 | 32,86 |
| | teplo - ohřev TV | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 182,2 | 7,59 |
| UMUV 1 | elektrina - provoz technologie | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 58,6 | 2,44 |
| | teplo - vytápění | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 24,0 | 1,00 |
| ČOV | elektrina - provoz technologie | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 99,2 | 10,00 |
| | teplo - vytápění | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 120,0 | 5,00 |
| 2x zdravotnický kontejner | elektrina - spoteřeba | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 192,0 | 8,00 |
| | teplo - vytápění | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 288,0 | 12,00 |
| varna + výdejna stravy | (spotřeba před úpravou) | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 525,0 | 60,00 |
| | elektrina - spoteřeba | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 192,0 | 24,00 |
| 3x stán velitelský kontejner | teplo - spoteřeba, vytápění | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 333,0 | 36,00 |
| | elektrina - vytápění, osvětlení | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 360,0 | 15,00 |
| úbytovací kontejner IZS | elektrina - spoteřeba | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 64,5 | 4,00 |
| | teplo - vytápění | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 117,0 | 6,00 |
| sanitární buňka IZS | elektrina - spoteřeba | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 64,5 | 4,00 |
| | teplo - vytápění | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 144,0 | 6,00 |
| sanitární buňka IZS | (spotřeba před úpravou) | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 264,0 | 40,00 |
| | (snížení - změna přípravy TV) | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 224,0 | 40,00 |
| | elektrina - osvětlení, čerpadla | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 22,4 | 1,00 |
| | teplo - vytápění, ohřev TV | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 201,6 | 9,00 |
| celkem elektrina | | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 36,5 | 1505,9 | 124,45 |
| celkem teplo | | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 2198,5 | 115,46 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | kWh/den | kW | |



Obr. 7.1.1 Graf maximální hodinové potřeby tepelné a elektrické energie

Elektřinu potřebují pro svoji funkci technologická zařízení v rámci EDHC (úpravna vody, čistírna odpadních vod, některé spotřebiče v sestavě varna + výdejna stravy) a technická zařízení v EDHO, dalších kontejnerech a stanech (provoz čerpadel, větracích zařízení, osvětlení). Elektřina je dále využívána pro provoz spotřebičů v armádním velitelském kontejneru, v ubytovacím kontejneru pro IZS, ve zdravotnických kontejnerech a jako uživatelská energie (tj. provoz osobních spotřebičů osobami ubytovanými v EDHO).

Teplo je spotřebováno na vytápění a ohřev teplé vody v EDHO a armádních kontejnerech a dále na provoz některých spotřebičů v sestavě varna + výdejna stravy. V případě armádních kontejnerů (viz kapitola 3.4) je oproti stávajícímu řešení uvažováno se změnou jejich energetických systémů, která spočívá v nahrazení elektrického vytápění, ohřevu teplé vody a provozu některých kuchyňských spotřebičů teplovodními systémy.

Za účelem zjednodušení výpočtu jsou potřeby energií po změně těchto systémů pouze odhadnuty. Sestava varna + výdejna stravy má po změně energetického systému dle odhadů 40% potřebu elektrické energie, zbylých 60 % je převedeno na teplo. Maximální současný příkon sanitární buňky je nejprve snížen na 25 % (změna způsobu přípravy teplé vody z průtokového na akumulací), následně je 90 % ze snížené hodnoty převedeno na teplo. Zbývajících 10 % představuje elektřinu potřebnou na osvětlení, pohon čerpadel (splaškové vody) a případnou regulaci vytápění a ohřevu teplé vody. V ostatních armádních kontejnerech (zdravotnické, velitelské a ubytovací) je celá hodnota výkonu vytápění převedena z elektřiny na teplo.

Požadovaný tepelný příkon EDHO je stanoven jako tepelná ztráta objektu při venkovní teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vnitřní teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozdílem teplot je přenásobena hodnota měrné tepelné ztráty ve W/K stanovená v kapitole 4.3.1. Dále je přičtena hodnota $1,9\text{ kW}$, která představuje výkon ohřivačů teplé vody a je stanovena výpočtem uvedeným v příloze P8. Při reálném nasazení EDHC samozřejmě může dojít k situaci, že venkovní teplota poklesne pod návrhovou hodnotu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. V takovém případě je možné využít rezervu v tepelném výkonu, který umožňuje navržené KVET zařízení (viz kapitola 7.1.2) a tepelný výkon navržený na ohřev teplé vody (zatímco voda bude ohřívána přídatnými topnými tělesy v zásobnících teplé vody). V případě nedostačujícího výkonu bude vnitřní teplota udržována na nižší hodnotě než $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pro stanovení elektrického příkonu EDHO byl proveden odhad typů, příkonů, počtů a provozních hodin používaných spotřebičů. Detailní výpočet je uveden v tabulce v příloze P9. Do uživatelské energie jsou započteny potřeby osobních elektrických spotřebičů, kuchyňských spotřebičů, úklidových spotřebičů a osvětlení (z důvodu regulace je osvětlení započítáno do kategorie uživatelská energie). Za účelem snížení maximálního potřebného příkonu jsou pro celý EDHO omezeny počty spotřebičů o velkém příkonu (vysavače, žehličky, fény). Stejným

způsobem je dále stanovena potřeba elektrické energie pro technické zařízení v hygienických a technických buňkách.

Celkový potřebný tepelný výkon je dle výpočtu v Tab. 7.1.1 116 kW, celkový potřebný elektrický výkon je 125 kW. Tyto hodnoty slouží pro návrh KVET zařízení.

7.1.2 KVET kontejner

Dle hodnot stanovených v předchozí kapitole je navrženo zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla umístěné do kontejneru ISO 1CC se střešním nástavcem ISO 1CX.

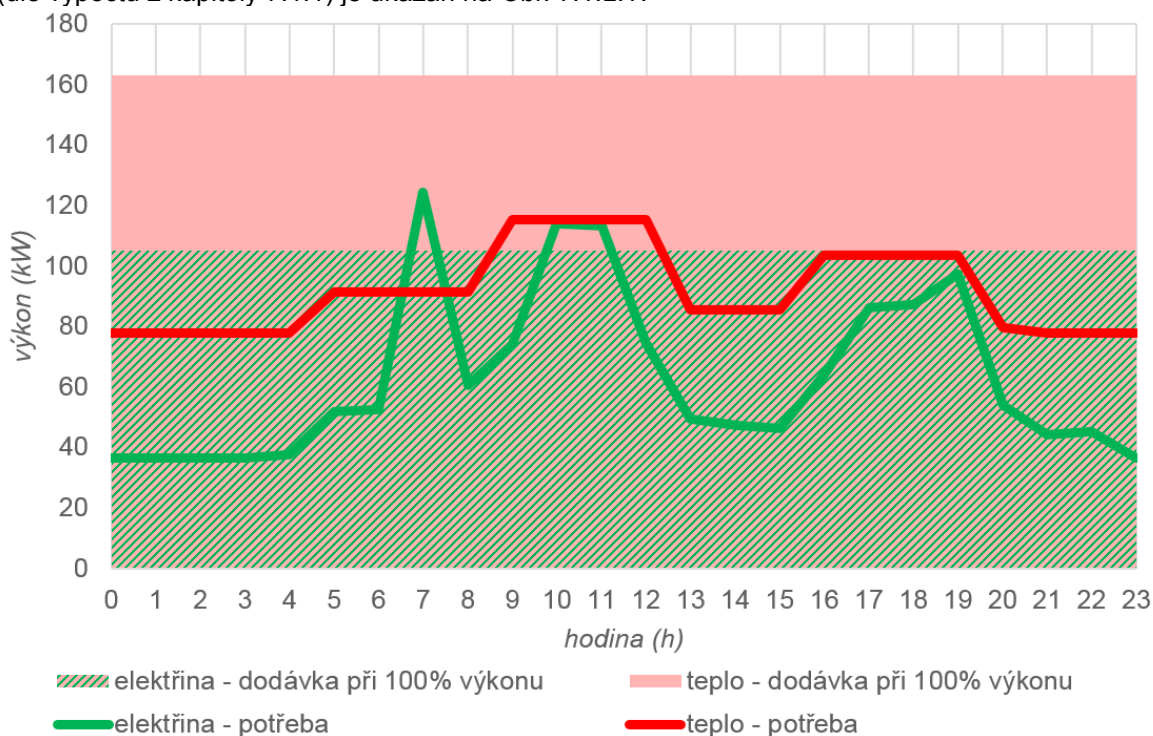
Zařízení kombinované výroby elektřiny a tepla je tvořeno dvěma kogeneračními jednotkami v kaskádě. Jedná se o spalovací motory s připojeným generátorem. Palivem je biometan, tj. bioplyn upravený např. membránovou separací. [10] Motory mohou být pro případ potíží s dostupností paliva (nedostatečné zásoby biometanu) upraveny pro kombinované spalování biometanu a zemního plynu. [33] Výkonové parametry kogeneračních jednotek jsou uvedeny v následující tabulce. Vlastnosti odpovídají výrobkům v současné době dostupným na trhu. [34]

Tab. 7.1.2 Výkonové parametry navrženého KVET zařízení

| | Elektrický výkon (kW) | Tepelný výkon (kW) | Příkon v palivu (kW) |
|---------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| Kogenerace 1 | 75 | 104 | 209 |
| Kogenerace 2 | 30 | 59 | 97 |
| Celkem | 105 | 163 | 306 |

Návrh je proveden zjednodušeně, pouze dle potřebného elektrického a tepelného výkonu. Zajištění optimálního hodinového provozu a regulaci zařízení by mělo usnadnit uspořádání součástí zařízení, resp. volba více menších kogeneračních jednotek namísto jedné výkonné a využití akumulace energie.

Vztah maximálního výkonu navrženého KVET zařízení a maximálního potřebného výkonu (dle výpočtu z kapitoly 7.1.1) je ukázán na Obr. 7.1.2.1.

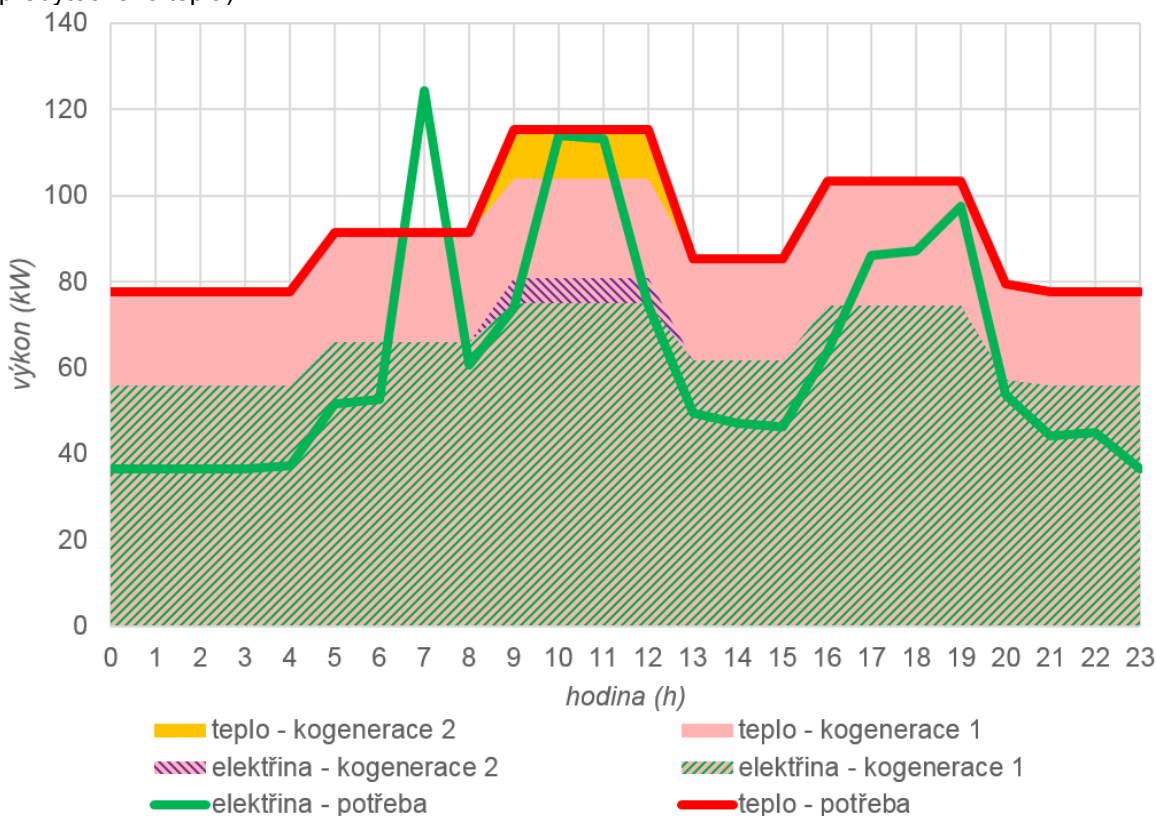


Obr. 7.1.2.1 Graf hodinové potřeby a dodávky energie při provozu KVET zařízení na 100% výkon

Maximální elektrický výkon nedosahuje požadavku během ranního a poledního špičkového odběru, protože je zvolena úspornější, lépe realizovatelná a provozovatelná varianta řešení: zdroj o menším výkonu, který může ukládat přebytky energie do akumulátorů. Je tedy předpokládáno, že např. během noci bude zdroj produkovat více elektřiny, než je potřeba, přebytky budou ukládány do akumulátorů a následně spotřebovány během ranní špičky. Během dne se v reálné situaci uplatní i výroba elektřiny v kontejnerech Alfons (fotovoltaika), která by se tak mohla podílet na krytí potřeby elektřiny v polední špičce. Bateriové úložiště je součástí energetických kontejnerů Alfons (tj. KVET kontejner není vybaven dalšími akumulátory).

Graf na Obr. 7.1.2.1 dále ukazuje, že při provozu KVET zařízení na plný výkon je produkováno velké množství přebytečného tepla, které by pak bylo nutné mařit do venkovního vzduchu. Navržené zařízení (kaskáda kogeneračních jednotek) však nabízí různé možnosti provozu a regulace výroby energie tak, aby obě výstupní složky (elektřina a teplo) byly co nejlépe využitelné.

Příklad jednoho provozního stavu při stanovených maximálních potřebách energie je ukázán na Obr. 7.1.2.2. Je zde uvažován provoz kogenerace 1 (o elektrickém výkonu 75 kW) regulovaný podle potřeby tepla. Během noci zařízení produkuje nadbytek elektřiny, ta je v této fázi ukládána do akumulátorů a spotřebovaná během ranní špičky, kde je naopak elektrický výkon kogenerace nedostatečný. Během polední špičky přestává být dostatečný i tepelný výkon kogenerace 1 (104 kW), proto se v tomto intervalu (na dobu 4 hodin) spouští kogenerace 2 (o elektrickém výkonu 30 kW). Druhá kogenerace je provozována minimálně na 19% výkonu, tj. tak, aby pokryla potřebu tepla. Dodávku elektřiny během polední špičky mohou zajistit buď kontejnery Alfons (fotovoltaika), nebo je potřeba provozovat kogeneraci 2 na větší výkon (dle stavu nabití baterií i s předstihem) a přebytky tepla odvádět do venkovního vzduchu. Po ukončení poledního špičkového odběru elektřiny a tepla může být provoz kogenerace 2 přerušen, zatímco kogenerace 1 je dále provozována a regulována dle potřeby tepla. Večerní špičkový odběr elektřiny opět převyšuje dodávku energie první kogenerační jednotkou. Tato situace může být řešena dodáním energie z přednabitých baterií (z období mezi polední a večerní špičkou), zvýšením výkonu první kogenerace 1 nebo spuštěním kogenerace 2 (s mařením přebytečného tepla).



Obr. 7.1.2.2 Graf hodinové potřeby a dodávky energie při regulaci KVET zařízení dle potřeby tepla

Potřeba tepla a elektřiny se může měnit i v rámci delších časových úseků, zejména potřeba tepla bude záviset na roční době a aktuálním počasí. To znamená, že KVET zařízení může být vystaveno velkému počtu provozních stavů, které si vyžádají provoz kogeneračních jednotek na takový výkon, že při dané potřebě energie bude vyráběno i přebytečné teplo nebo přebytečná elektrická energie. Pro přebytky je nutné v první řadě nalézt alespoň druhotné využití.

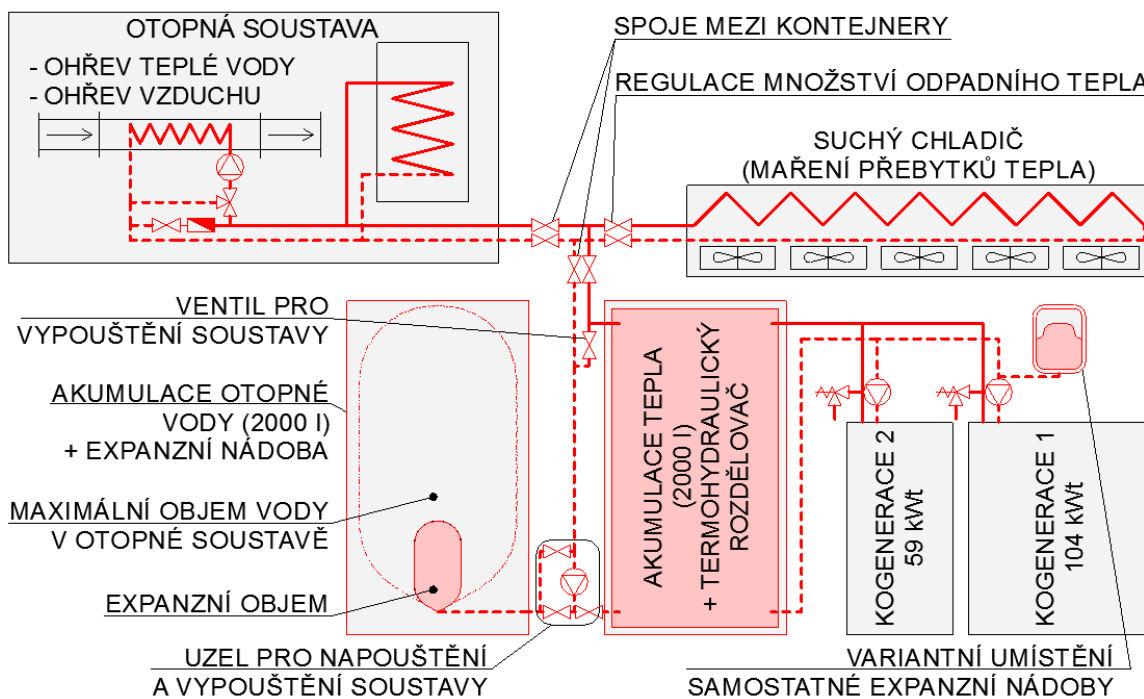
V provozním stavu, kdy je KVET zařízení řízeno potřebou tepla a potřeba elektřiny je relativně nízká, budou kogenerační jednotky produkovat přebytky elektřiny. Ty budou prioritně ukládány do bateriového úložiště v rámci kontejnerů Alfons. Druhotně (tj. přebytky, které nelze uložit do baterií) může být elektřina spotřebována na ohřev teplé vody pomocí přídavných elektrických topných zařízení v nepřímotopných ohřivačích teplé vody (viz kapitola 7.3.3).

V provozním stavu, kdy je KVET zařízení řízeno potřebou elektřiny a potřeba tepla je relativně nízká, budou kogenerační jednotky produkovat přebytek tepla. Teplo bude ukládáno do akumulační nádrže tepla (tj. nádrže, která je naplněna otopnou vodou ve fázi provozu otopné soustavy). Akumulační nádrž může mít zároveň funkci termohydraulického rozdělovače.

Vzhledem k vysokému tepelnému výkonu navrženého zařízení bude pravděpodobně často docházet ke stavům, kdy bude naplněna i kapacita zásobníku tepla a další přebytek nebude možné nijak využít. Z důvodu bezpečného provozu zařízení je v těchto případech nutné teplo odvádět a mařit do okolního prostředí. Pro tento účel je KVET kontejner, resp. jeho střešní nástavec, vybaven suchými chladiči, které zajistí předávání přebytečného tepla do okolního vzduchu.

KVET kontejner je dále vybaven akumulační nádrží na otopnou vodu o objemu 2000 l. Nádrž je zároveň zabezpečovacím zařízením otopné soustavy, protože plní funkci expanzní nádoby, resp. se jedná o zjednodušenou verzi expanzního automatu. Tato nádrž umožňuje přepravu otopné vody ve fázi, kdy otopná soustava není zapojená (není sestaven EDHC). Po zapojení soustavy se otopná voda z nádrže napustí do soustavy a v nádrži zůstává pouze voda, jejíž množství by odpovídalo běžné expanzní nádobě. Po ukončení provozu EDHC se voda z celé otopné soustavy opět uloží do akumulační nádrže na otopnou vodu. Tím nevzniká požadavek na dodávku upravené vody (s vyhovujícími kvalitativními parametry) při každém napouštění soustavy.

Schéma uzlu se zdrojem tepla, akumulační nádrže na teplo a akumulační nádrže na otopnou vodu je součástí Obr. 7.1.2.3. Na rozvodu je navrženo jedno čerpadlo, které zajišťuje zároveň napouštění soustavy i nucený oběh otopné vody. Z toho důvodu by čerpadlo mělo umožňovat alespoň skokovou regulaci výkonu, kdy na nejvyšší stupeň by napouštělo otopnou soustavu a na nejnižší stupeň by fungovalo jako běžné oběhové čerpadlo.



POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE POUZE VYBRANÉ ARMATURY KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAVY

Obr. 7.1.2.3 Schéma zapojení zdroje tepla a akumulačních nádrží

Vstupem do KVET zařízení je biometan v plynném skupenství. Celkový příkon zařízení (v palivu) je 306 kW (viz Tab. 7.1.2). Maximální hodinová potřeba paliva (tj. při provozu zařízení na plný výkon) při uvažované výhřevnosti biometanu 20 MJ/m³ je stanovena v následujícím výpočtu.

$$V_{\max} = \frac{Q}{H} = \frac{306}{\frac{20}{3,6}} = 55,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zásobování plynem je předpokládáno ve formě cisternové dopravy. Cisterna s palivem (vozidlo nebo cisternový kontejner) by měla být přistavena ke KVET kontejneru po celou dobu jeho provozu. Cisternu je tak možné využívat zároveň jako hlavní zásobník paliva. V rámci kontejneru

je pak navržen zásobník o malé kapacitě, který umožňuje nepřetržitou dodávku paliva do motorů v případě, že je cisterna odpojena (např. při výměně cisteren).

Výstupem z KVET zařízení je teplo ve formě otopné vody a elektřina. Součástí KVET kontejneru je část otopné soustavy, která zahrnuje pojistné a zabezpečovací zařízení, akumulaci otopné vody, akumulaci tepla, suchý chladič a rozvod k přípojovacím místům v plášti kontejneru. Předpokládaný spád otopné soustavy je 70 °C / 60 °C.

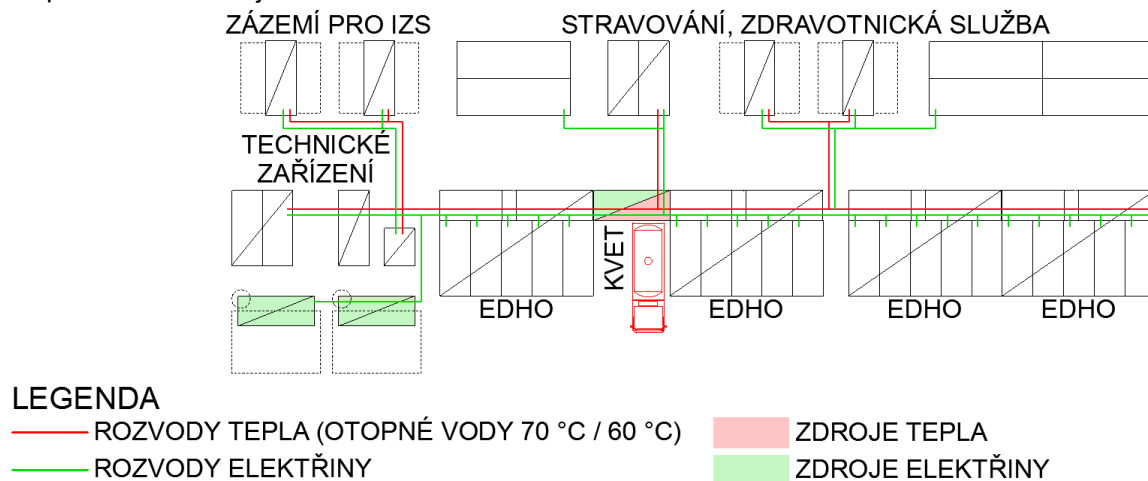
Elektrický silový i ovládací rozvaděč může být součástí kogeneračních jednotek. [33] Výstupem je střídavé napětí 400 V, resp. 230 V s jmenovitou frekvencí 50 Hz. V rámci KVET kontejneru je veden elektrický rozvod k přípojovacím místům v plášti kontejneru, dále je připojeno čerpadlo v otopné soustavě a ventilátory suchého chladiče.

Výfukový systém motorů je vyveden do místa v plášti kontejneru, kde je z vnější strany možné připojit výfukový nástavec. Ten zahrnuje tlumič a svislé prodloužení výfukového potrubí, které odvádí spaliny nad výškovou úroveň střechy KVET kontejneru, aby nedošlo k nasátí spalin ventilátory suchého chladiče. Výfukový nástavec je kotven výklopnými objímkami k plášti kontejneru.

Součástí KVET kontejneru je i vedení rozvodů, které nesouvisí s provozem KVET zařízení. (např. propojení tlakové kanalizace objektů nouzového bydlení, které navazují na čela řešeného kontejneru). Prostorové řešení KVET kontejneru je zpracováno ve formě schématického půdorysu a řezu. Výkresy jsou obsahem přílohy P10.

7.1.3 Rozvody tepla a elektřiny na úrovni EDHC

Místa spotřebičů jsou se zdroji energie propojena systémem vnějších a vnitřních rozvodů. Schéma trasování rozvodů tepla (otopné vody) a elektřiny na příkladu dlouhodobé varianty EDHC s kapacitou 160 osob je zobrazeno na Obr. 7.1.3.



Obr. 7.1.3 Schéma rozvodů tepla a elektřiny na úrovni EDHC (M 1:600)

KVET kontejner je vložen mezi 2 objekty nouzového bydlení, což umožňuje napojit spotřebiče v těchto objektech výhradně vnitřními rozvody. Zároveň jsou skrz tyto objekty vedeny rozvody do dalších zařízení v rámci EDHC, resp. na vnitřní rozvody v EDHO je možné napojit vnější vedení. Tím mohou být dále napojeny další 2 objekty nouzového bydlení, zdravotnické kontejnery, stany, sestava varny a výdejny stravy, zázemí pro IZS a technologické kontejnery (úpravna vody, ČOV). Vnější elektrickým vedením jsou také k síti připojeny kontejnery Alfons, coby zdroje elektřiny.

Materiálem vnitřních rozvodů tepla je polypropylen typu 4 (PP-RCT). Potrubí je izolováno tvarovkami z pěnového polyethylenu. Pevné spoje potrubí jsou hrdlové svařované. Montážní spoje (rozebíratelné spoje mezi kontejnery) jsou bajonetové. Vnitřní část rozvodu je vždy připojena k pevné bajonetové půlspojce v plášti kontejneru. Opačná půlspojka je nasazena na hadici z mrazuvzdorného PVC (flexibilní část potrubí v blízkosti spoje mezi dvěma kontejnery) nebo přímo na hadici venkovního rozvodu.

Vnější rozvody tepla mají podobu tepelně izolovaných a elektricky vyhřívaných hadic, které jsou běžně používané pro vnější vedení kapalin mezi kontejnery. [82] Hadice jsou na obou koncích opatřeny bajonetovými půlspojkami, které umožňují jejich vzájemné spojování i napojení

na vnitřní rozvody. V každém místě napojení hadice na kontejner musí být k dispozici také elektrická zásuvka pro připojení topné vložky hadice.

Vnitřní elektrické vedení představují třížilové a pětižilové kabely CYKY vedené viditelně v krycích lištách, v předstěnách nebo volně v technických kontejnerech. Napojení vnějšího vedení umožňují vidlicové spojky.

Vnější elektrické rozvody tvoří pětižilové kabely CYSY uložené ve flexibilních plastových chráničkách. Ty by měly zajistit, že nedojde k poškození kabelů v důsledku pohybu osob.

Oba typy vnějších rozvodů (hadice s otopnou vodou, kabely v chráničkách) budou doplněny přejezdovými můstky v místě komunikačního pruhu s přednostním pohybem chodců, a to z důvodu občasného průjezdu vozidel. Přes komunikační pruhy s přednostním pohybem vozidel nejsou vedeny žádné rozvody.

7.2 Koncept zdravotně technických instalací na úrovni EDHC

7.2.1 Zdroje a potřeba pitné vody

Pitná voda pro komplex nouzového bydlení je získávána buď úpravou vody (např. z povrchového zdroje) v mobilní vodárně UMUV 1 (viz kapitola 3.4.2), nebo je dovážena v cisternách. Místa spotřeby (jednotlivé objekty a kontejnery v komplexu) tedy musí umožňovat napojení na oba zdroje, což znamená napojení na vnější vodovod (voda v přetlaku) i napojení a čerpání vody z cisterny (voda o běžném tlaku).

Potřeba pitné vody je stanovena v následující tabulce. Pro variantu EDHC s největší kapacitou (160 osob) je hodnota potřeby vody shodná s kapacitou navržené mobilní úpravní vody (viz kapitola 3.4.2).

Tab. 7.2.1 Potřeba pitné vody v EDHC

| Buňka / sestava | Specifická denní potřeba vody | Počet jednotek | Denní potřeba vody | | |
|------------------------|--|----------------|--------------------|----------------------------|--|
| 4x EDHO | 60 l / osobu | 160 osob | 9,6 | m ³ / den | |
| varna + výdejna stravy | 14 m ³ | | 14,0 | m ³ / den | |
| sanitární buňka IZS | 40 l / osobu | 10 osob | 0,4 | m ³ / den | |
| venkovní výtoky | nepravidelný odběr dle aktuální situace, pouze přebytky vody | | | | |
| | | Celkem | 24,0 | m³ / den | |

V případě objektů nouzového bydlení je potřeba odvozena od počtu ubytovaných osob (pro tento návrhový stav z kapacity EDHO), přičemž je uvažována denní potřeba pitné vody 60 l/os.den. V případě armádních kontejnerů s potřebou pitné vody je uvažován odhad její potřeby v l/den (viz kapitoly 3.4.5 a 3.4.7). Vzhledem k velkému rozptylu hodnot u sestavy varna + výdejna stravy (potřeba vody závisí na typu připravovaných pokrmů) není pro tuto sestavu uvažována maximální, ale průměrná hodnota potřeby pitné vody. V případě nedostatku pitné vody, resp v situacích, kdy bude potřeba vody maximální, pak bude vhodné ke kontejneru varny přistavit doplňkovou cisternu. Tento typ zásobování vodou je pro řešenou sestavu vhodný také proto, že se může jednat o nárazový odběr vody, a zásobování lze naplánovat několik dní předem.

7.2.2 Likvidace odpadních vod

Splaškové odpadní vody jsou akumulovány v nádržích pod každým kontejnerem s potřebou pitné vody. Nádrže je možné jednotlivě vyprazdňovat pomocí fekálních vozů a vodu odvážet k vyčištění do veřejné čistírny odpadních vod. Toto řešení je navrženo pro krátkodobé varianty EDHC.

V dlouhodobých variantách je komplex nouzového bydlení vybaven mobilní čistírnou odpadních vod (viz kapitola 3.4.3). Splaškové vody z akumulčních nádrží jsou v tomto případě dopravovány do mobilní ČOV systémem tlakové kanalizace. U každé nádrže na splaškové vody je na výtoku umístěno kalové čerpadlo s drtičem pevných částí, které zajišťuje vyprázdnění nádrže a tlakovou dopravu vody potrubním systémem do čistírny. Jednotlivá čerpadla by se měla zapínat pravidelně každý den v postupném pořadí, tj. tak, aby nebylo v provozu více kalových čerpadel najednou. Důvodem je zajištění plynulejší dodávky odpadních vod do ČOV (omezení nárazových přítoků), efektivnější využití potrubní sítě a snížení současného příkonu čerpadel.

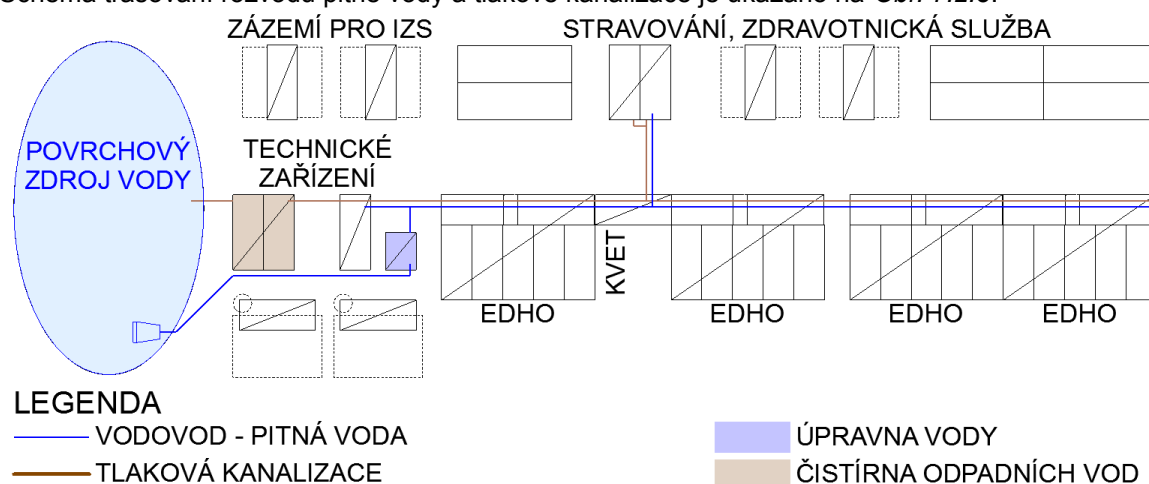
Produkce odpadních vod z jednotlivých součástí EDHC je shrnuta v následující tabulce. Stanovení produkce odpadních vod v objektech nouzového bydlení je podrobněji provedeno v kapitole 7.4.4. V případě armádních kontejnerů je množství odpadních vod odhadnuto na základě potřeby pitné vody (z odhadované části množství pitné vody se stává voda odpadní). Pro variantu EDHC s největší kapacitou (160 osob) odpovídá hodnota produkce odpadních vod kapacitě navržené mobilní čistírny odpadních vod (viz kapitola 3.4.3).

Tab. 7.2.2 Produkce odpadních vod v EDHC

| Buňka / sestava | Denní potřeba pitné vody (m ³ /den) | Poměr produkovaných odpadních vod (stanoveno detailnějším výpočtem) | Produkce odpadních vod (m ³ /den) |
|------------------------|--|--|--|
| 4x EDHO | 9,6 | | 9,04 |
| varna + výdejna stravy | 14,0 | 50% | 7,00 |
| sanitární buňka IZS | 0,4 | 110% | 0,44 |
| Celkem | 24,0 | | 16,48 |

7.2.3 Rozvody pitné vody a potrubí tlakové kanalizace

Místa spotřeby jsou se zdroji pitné vody propojena systémem vnějších a vnitřních rozvodů. Stejným způsobem je řešeno i propojení akumulčních nádrží na splaškové vody s mobilní ČOV. Schéma trasování rozvodů pitné vody a tlakové kanalizace je ukázáno na Obr. 7.2.3.



Obr. 7.2.3 Schéma rozvodů pitné vody a tlakové kanalizace (M 1:600)

Mobilní úprava pitné vody je vnějším vedením spojena se sanitární buňkou pro IZS, coby místem spotřeby vody, a s objektem nouzového bydlení, kde vodovod pokračuje dále vnitřním vedením. Lineárně jsou pak napojeny všechny objekty nouzového bydlení, v rámci nichž je pitná voda rozváděna k jednotlivým zařizovacím předmětům. Z hlavní linie je dále vedena odbočka ve formě vnějšího vedení, kterou je k systému vodovodu připojena sestava kontejnerů varna + výdejna stravy.

V případě zásobování pitnou vodou cisternami má každý z EDHO samostatnou cisternu. Cisterna se připojí vnějším vedením k připojovacímu místu v plášti kontejneru NOV2 nebo NOV3, který je součástí EDHO. Dopravu vody do systému a dostatečný přetlak vody v tomto případě zajistí čerpadlo a tlaková nádrž umístěná v kontejneru NOV2 nebo NOV3. Stejným způsobem se zajistí dodávka pitné vody pro sanitární buňku IZS a sestavu varna + výdejna stravy.

Mobilní čistiřna odpadních vod je vnějšími rozvody spojená s nádrží pod sanitární buňkou IZS a s objektem nouzového bydlení. Odtud pokračuje hlavní linie vnitřního vedení tlakové kanalizace, na kterou jsou napojeny všechny nádrže na splaškové vody ze všech EDHO. Z hlavní linie je stejně jako v případě vodovodu vedena ještě vnější odbočka k nádržím pod kontejnerem varny a výdejny stravy.

V případě odvozu splaškových vod fekálními vozy nemusí být systém vybaven žádnými vnějšími rozvody. Hadice fekálních vozů je možné připojit ke kontejnerům v místech, kde by jinak bylo připojeno vnější vedení tlakové kanalizace.

Materiálem vnitřních rozvodů pitné vody je polypropylen typu 4 (PP-RCT) se svařovanými spoji a izolací z pěnového polyethylenu, stejně jako u rozvodů tepla. Na vnější rozvody pitné vody jsou využity hadice stejně jako u rozvodů tepla, tj. izolované a elektricky vyhříváné (viz kapitola 7.1.3). Hadice musí z hygienického hlediska umožňovat vedení pitné vody.

Vnitřní potrubí tlakové kanalizace je z vysokohustotního polyethylenu (HDPE) se svařovanými spoji. Vnější vedení tlakové kanalizace představují tepelně izolované a elektricky vyhříváné hadice z HDPE. Spoje hadic tvoří bajonetové spojky. Spojení vnitřního a vnějšího vedení je možné v plášti kontejneru, kde je vnitřní potrubí zakončeno pevnou bajonetovou půlspojkou.

Všechna vnější vedení budou v místě předpokládaného přejezdu vozidel opatřena přejezdovými můstky. Přes komunikace s přednostním pohybem vozidel nejsou vedeny žádné vnější rozvody.

7.3 Energetický koncept a technické zařízení EDHO

7.3.1 Potřeba tepla a elektrické energie

Tepelná ztráta jednoho objektu nouzového bydlení je určena výpočtem na základě měrných tepelných ztrát uvedených v kapitole 4.3.1. Při uvažované venkovní návrhové teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vnitřní návrhové teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ je tepelná ztráta EDHO 8,22 kW. Navržený zdroj tepla (viz kapitola 7.1.2) poskytuje značnou rezervu v tepelném výkonu, takže objekty nouzového bydlení budou bez větších obtíží provozovatelné i při nižších venkovních teplotách než $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Hodinová potřeba tepla na ohřev teplé vody, která odpovídá tepelnému výkonu ohřivačů teplé vody, je 1,9 kW. Hodnota je stanovena společně s návrhem velikosti zásobníků teplé vody v příloze P8.

Za účelem zjištění potřeby elektrické energie v EDHO byla provedena analýza předpokládaného odběru energie po jednotlivých spotřebičích (uživatelská energie a energie na provoz technického zařízení EDHO). Následující tabulka uvádí pro dvě základní kategorie hodinové potřeby energie a dále jejich denní součty (denní potřebu energie) a denní maxima (příkon, který je vstupem do výpočtu potřeby energie pro EDHC – viz kapitola 7.1.1). Podrobný výčet potřeb energie pro jednotlivé spotřebiče je obsahem přílohy P9.

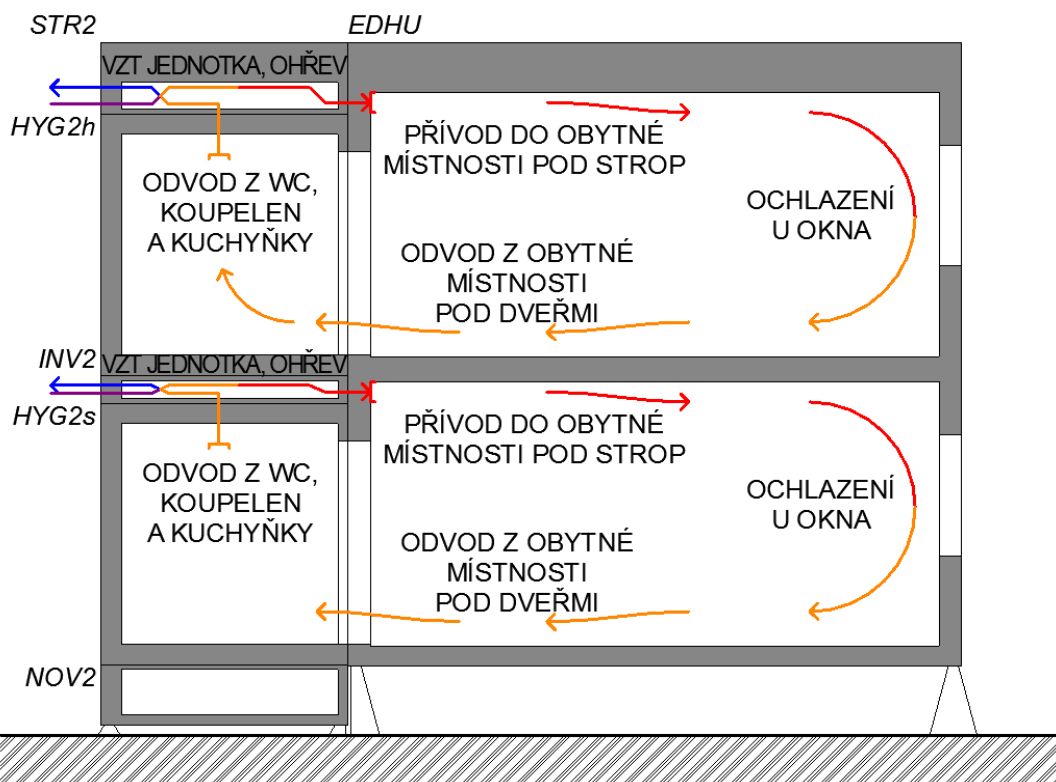
Tab. 7.3.1 Hodinová a denní potřeba elektrické energie v EDHO

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | Energie | Max. příkon |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-------|---------|-------------|
| Uživatelská energie – příkon (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (kWh) | (kW) | |
| 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 18,7 | 1,8 | 1,4 | 11,2 | 11,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 7,2 | 7,2 | 10,0 | 4,6 | 1,8 | 1,8 | 0,5 | 86,7 | 18,7 |
| Energie pro technické zařízení EDHO – příkon (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 1,5 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 1,7 | 0,8 | 26,5 | 1,8 |
| Příkon celkem (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,5 | 19,5 | 3,5 | 2,9 | 12,9 | 12,7 | 3,0 | 2,7 | 2,2 | 1,9 | 2,4 | 7,9 | 8,2 | 10,7 | 5,6 | 3,2 | 3,4 | 1,3 | 113,2 | 19,5 |

7.3.2 Vytápění a větrání

Objekt nouzového bydlení je větraný nuceně, po částech čtyřmi rovnotlakými vzduchotechnickými jednotkami. Za účelem maximálního zjednodušení systému a minimalizace spojů potrubí mezi kontejnery je zvoleno teplovzdušné vytápění společně s větráním (ohřev větracího vzduchu).

Vzduchotechnické jednotky jsou umístěny v kontejnerech INV2, INV3, STR2 a STR3. Každá z nich přivádí vzduch do dvou nebo tří obytných místností ve stejném podlaží a odvádí vzduch z příslušné hygienické buňky, která tyto místnosti spojuje. Vzduch z obytných místností je odváděn pod dveřmi, případně mřížkou ve spodní části dveří. Tím se dostává do hygienické buňky, kterou vytápí a společně se škodlivinami je odváděn do venkovního prostředí. Systém větrání je ukázán schématicky na Obr. 7.3.2.1.



Obr. 7.3.2.1 Schéma vytápění a větrání EDHO (M 1:75)

Z důvodu obsahu škodlivin (zejména vlhkost a oděry) v odváděném vzduchu je uvažován nulový podíl recirkulace vzduchu v systému. Vzduchotechnické jednotky obsahují pouze filtry, ventilátory a deskový výměník zpětného získávání tepla. Ohříváč vzduchu je z důvodu efektivnějšího uspořádání prostoru v kontejneru umístěn mimo vzduchotechnickou jednotku, tj. je použita větrací jednotka a samostatný potrubní ohříváč vzduchu.

Návrhové množství čerstvého vzduchu pro 1 osobu je uvažováno 25 m³/h. Vzduchotechnické jednotky jsou proto navrženy na průtok 300 m³/h (pro kontejnery INV3 a STR3, tj. pro 12 osob), resp. 200 m³/h (pro kontejnery INV2 a STR2, tj. pro 8 osob).

Vzduchotechnické potrubí je navrženo tak, aby při maximálním průtoku vzduchu nepřesahovala rychlost proudění vzduchu v koncových úsecích hodnotu 1 m/s, a to z důvodu snížení hluku a tlakových ztrát potrubí. Potrubí vyhovující tomuto požadavku a zároveň umožňující křížení s ostatními rozvody v rámci instalovaného prostoru má rozměr 400 x 100 mm a je navrženo pro celou potrubní síť. V následujících výpočtech jsou stanoveny skutečné rychlosti proudění vzduchu v potrubí.

$$\text{Průřezová plocha potrubí: } S = a \cdot b = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Průtok vzduchu v koncovém úseku (tj. pro jednu místnost): } V = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$$

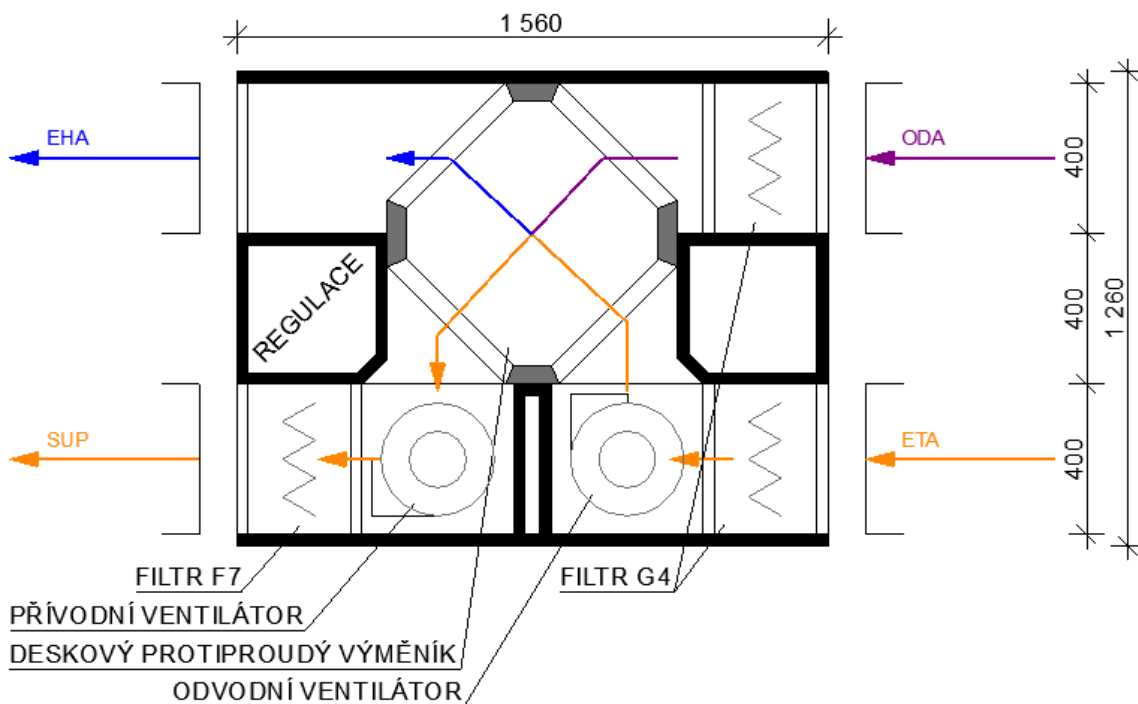
$$\text{Maximální průtok vzduchu (u vzduchotechnické jednotky): } V = 300 \text{ m}^3/\text{h} = 0,083 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Rychlost proudění vzduchu v koncovém úseku: } v = \frac{V}{S} = \frac{0,028}{0,04} = 0,7 \text{ m/s}$$

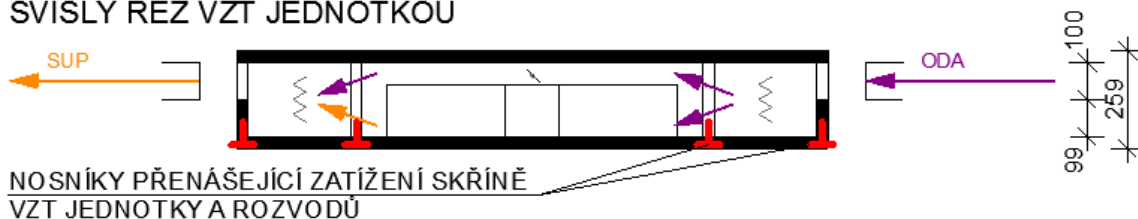
$$\text{Rychlost proudění vzduchu u vzduchotechnické jednotky: } v = \frac{V}{S} = \frac{0,083}{0,04} = 2,1 \text{ m/s}$$

Rozměry jednotky jsou 1,56 x 1,26 x 0,259 m. Z důvodu maximálního využití výšky kontejnerů INV2 a INV3 je výška jednotky shodná s výškou kontejneru a součástí konstrukce jednotky tak musí být i nosná konstrukce. Ta musí přenést zatížení ze vzduchotechnické jednotky a okolních rozvodů do kontejnerového rámu. Schéma vzduchotechnické jednotky je ukázáno na Obr. 7.3.2.2.

VODOROVNÝ ŘEZ VZT JEDNOTKOU



SVISLÝ ŘEZ VZT JEDNOTKOU



Obr. 7.3.2.2 Schéma vzduchotechnické jednotky (M 1:20)

Ohřivače vzduchu jsou teplovodní, o výkonu 3 kW (pro kontejnery INV3 a STR3, tj. pro 12 osob), resp. 2 kW (pro kontejnery INV2 a STR2, tj. pro 8 osob). Výkony a teploty přiváděného vzduchu jsou stanovené následujícím výpočtem.

Teplota vzduchu v interiéru: $\theta_{ai} = 20 \text{ °C}$

Hustota vzduchu: $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Měrná tepelná kapacita vzduchu: $c = 1010 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

Průtok vzduchu ohřivačem 1: $V_1 = 300 \text{ m}^3/\text{h} = 0,083 \text{ m}^3/\text{s}$

Ohřivač 1 pokrývá 30 % tepelné ztráty EDHO, tj. $Q_1 = 0,3 \cdot 8,22 = 2,47 \text{ kW}$

Výpočet teploty přiváděného vzduchu pro ohřivač 1: $Q_1 = V_1 \cdot c \cdot \rho \cdot (\theta_{p,1} - \theta_{ai})$
 $2470 = 0,083 \cdot 1010 \cdot 1,2 \cdot (\theta_p - 20)$
 $\theta_{p,1} = 45 \text{ °C}$

Průtok vzduchu ohřivačem 2: $V_2 = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 0,056 \text{ m}^3/\text{s}$

Ohřivač 2 pokrývá 20 % tepelné ztráty EDHO, tj. $Q_2 = 0,2 \cdot 8,22 = 1,65 \text{ kW}$

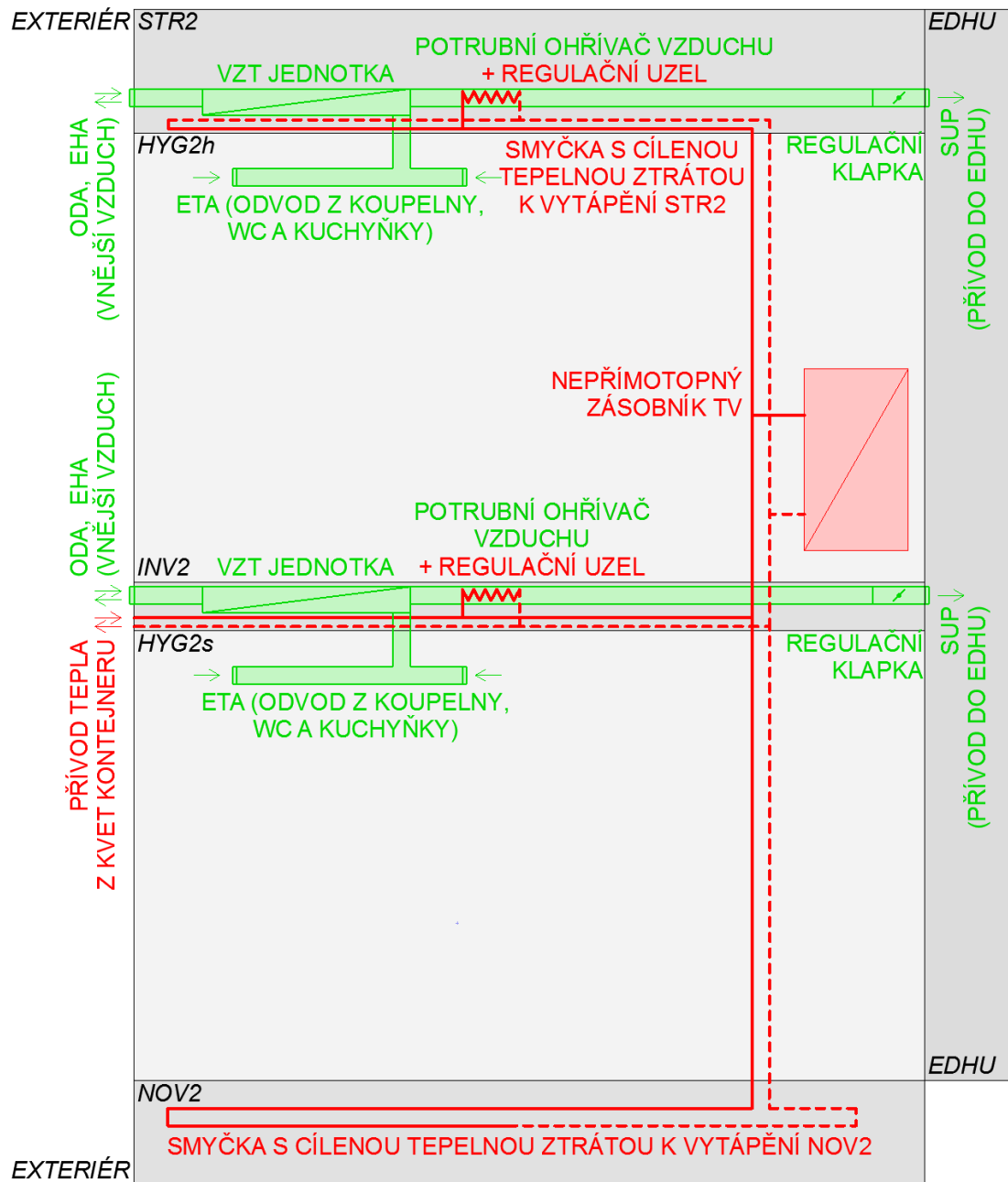
Výpočet teploty přiváděného vzduchu pro ohřivač 2: $Q_2 = V_2 \cdot c \cdot \rho \cdot (\theta_{p,2} - \theta_{ai})$
 $1650 = 0,056 \cdot 1010 \cdot 1,2 \cdot (\theta_p - 20)$
 $\theta_{p,2} = 45 \text{ °C}$

Navržen 2x ohřivač 1 o výkonu **3 kW** a 2x ohřivač 2 o výkonu **2 kW**. Celkový výkon ohřivačů je 10 kW, což je více než hodnota tepelné ztráty objektu 8,22 kW.

Součástí otopné soustavy je přívod tepla k ohřivačům a regulační uzel u každého ohřivače obsahující trojcestný ventil se servopohonem a oběhové čerpadlo navržené na pokrytí tlakové ztráty ohřivače.

Z hlediska otopné soustavy se mimo přívodu otopné vody k ohřivačům vzduchu předpokládá dále vytápění kontejnerů STR2, STR3, NOV2 a NOV3 potrubní smyčkou s cílenou

tepelnou ztrátou (viz kapitola 6.4.4 a příloha P7) a přívod otopné vody k ohřivačům teplé vody. Schéma otopné soustavy a větracího systému jednoho stohu hygienických a technických kontejnerů, který je součástí EDHO, je ukázáno na Obr. 7.3.2.3. Půdorysy technických zařízení hygienických a technických kontejnerů jsou obsahem přílohy P11.



LEGENDA

- VYMEZENÍ PROSTORU KONTEJNERŮ, SPÁRY MEZI KONTEJNERY
- OTOPNÁ SOUSTAVA
- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM

Obr. 7.3.2.3 Energetické schéma EDHO

7.3.3 Ohřev teplé vody

Objekt nouzového bydlení je z hlediska přípravy teplé vody rozdělen na 2 části, tj. jsou navrženy 2 ohřivače teplé vody. Jeden z nich dodává vodu do kontejnerů HYG2h a HYG2s, druhý do kontejnerů HYG3h a HYG3s.

Ohřivače jsou akumulární nepřímotopné, s možností náhradního nebo doplňkového přímotopného ohřevu. Teplu je tedy primárně dodáváno z otopné soustavy, jejíž potrubí

je napojeno do trubkového výměníku uvnitř nádrže. Není uvažováno s regulací teploty otopné vody ve výměníku.

Zásobníky jsou schopné spotřebovávat přebytky elektřiny dohřevem vody pomocí elektrických topných těles uvnitř nádrže. Alternativně je umožněn výhradně elektrický ohřev teplé vody, a to zejména pro situace, kdy je EDHO připojen k veřejné síti a teplo by nespotebovával (např. mimo otopné období).

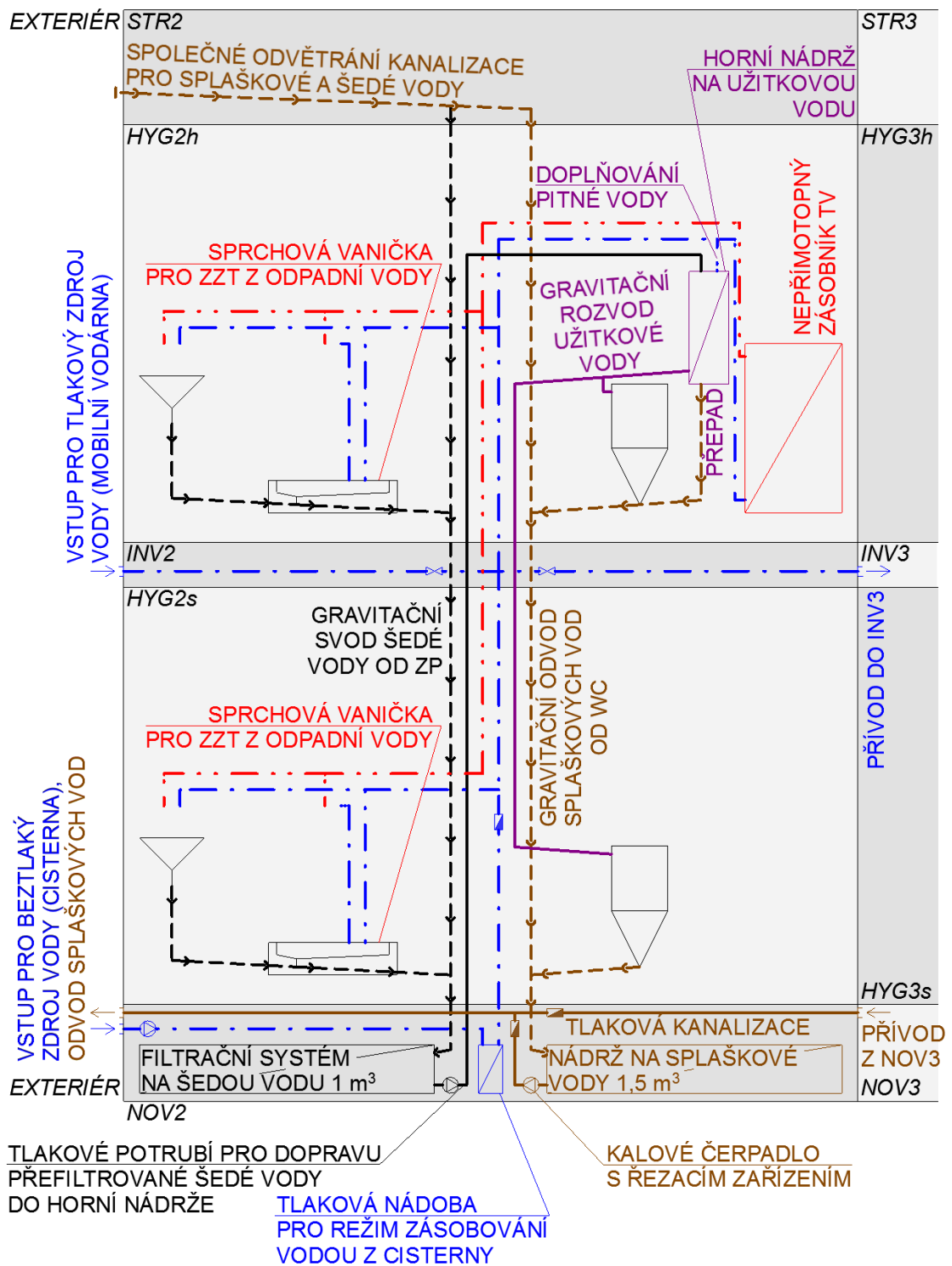
Je předpokládán kontinuální ohřev teplé vody, teplota vody v zásobníku 55 °C a potřeba teplé vody 20 l/den pro 1 osobu. Potřebu teplé vody snižuje využití zpětného získávání tepla z odpadní vody, které je navrženo ve formě výměníků ve sprchových vaničkách, kde se o odpadní vodu ohřívá studená voda dále přiváděná do sprchové vodovodní baterie.

Návrh ohřívačů teplé vody je proveden v příloze P8. Je navržen zásobník o objemu 120 l umístěný v buňce HYG2h a zásobník o objemu 180 l umístěný v buňce HYG3h.

Rozvody teplé vody jsou pouze vnitřní a jsou vedeny v rámci kontejnerů HYG2h, INV2, HYG2s (jeden samostatný systém) a HYG3h, INV3, HYG3s (jeden samostatný systém). Teplá voda je přivedena k umyvadlům, sprchám a kuchyňským dřezům. Materiálem potrubí je polypropylen typu 4 (PP-RCT), potrubí je spojované hrdlovým svařováním a izolované tvarovkami z pěnového polyethylenu. Montážní spoje mezi kontejnery jsou bajonetové, část rozvodu (v blízkosti jedné půlspojky) musí být tvořena flexibilní hadicí.

7.4 Koncept zdravotně technických instalací na úrovni EDHO

Systém ZTI v rámci EDHO zahrnuje oddílný vodovod (rozvod pitné a užitkové vody) a oddílnou kanalizaci (odvod šedé a splaškové vody). To umožňuje recyklaci vody tak, že původně pitná voda je v objektu využita dvakrát (při vhodném provozu systému), než se stane vodou splaškovou. Schéma těchto čtyř systémů a rozvodu teplé vody z ohřívačů (viz kapitola 7.3.3) je ukázáno na *Obr. 7.4.1*. Půdorysy technických zařízení hygienických a technických kontejnerů jsou obsahem přílohy P11.



LEGENDA

- VYMEZENÍ PROSTORU KONTEJNERŮ, SPÁRY MEZI KONTEJNERY
- VODOVOD - PITNÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - TEPLÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)
- - KANALIZACE - ŠEDÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)
- - KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)
- - KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)

Obr. 7.4.1 Schéma zdravotně technických instalací v EDHO

7.4.1 Pitná voda

Objekt nouzového bydlení může být zásobován vodou buď z úpravny vody (případně vodovodní přípojky) nebo z cisterny, která je v návrhu uvažovaná jako beztlaký zdroj vody (tj. vodu je nutné čerpat).

Vstup pro tlakový zdroj pitné vody je umístěn v plášti kontejnerů INV2 a INV3. Větev potrubí k tomuto vstupu je možné pomocí ventilu uzavřít pro případ, že vstup není využíván. Jmenovanými kontejnery je zároveň veden páteří rozvod propojující všechny objekty nouzového bydlení.

Vstup pro beztlaký zdroj vody se nachází v plášti kontejnerů NOV2 a NOV3. Za ním je umístěno čerpadlo a tlaková nádrž zajišťující tlak v celém navazujícím systému. Větev vodovodu s čerpadlem a tlakovou nádrží je oddělena zpětnou klapkou pro případ, že není využívána.

Na vodovod s pitnou vodou jsou připojena umyvadla, sprchy, kuchyňské dřezy, ohřívače teplé vody a nádrže na užitkovou vodu (pro doplňování v případě nedostatku užitkové vody). Ve výpočtech bilance pitné vody je uvažováno s potřebou vody 60 l/den pro 1 osobu (včetně vody potřebné na přípravu teplé vody). Celková hodnota i její dílčí složky jsou odhadnuty na základě statistických dat Pražských vodovodů a kanalizací a Severočeských vodovodů a kanalizací z roku 2018. [70] [71] Odhad zohledňuje odlišnosti odběru vody při nouzovém bydlení na rozdíl od běžného bydlení a nezahrnuje potřebu vody na splachování WC, protože k tomuto účelu slouží v případě EDHO užitková voda. Hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 7.4.1 Potřeba pitné vody v EDHO

| Účel | Průměrná spotřeba pitné vody v domácnosti (l/os.den) | | Potřeba pitné vody v EDHO | |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Pražské vodovody a kanalizace | Severočeské vodovody a kanalizace | 1 osoba (l/os.den) | 1 EDHO = 40 osob (l/den) |
| pití | 2 | 4 | 5 | 200 |
| mytí rukou | 6 | 5 | 5 | 200 |
| osobní hygiena, sprchování | 40 | 31 | 40 | 1600 |
| příprava jídla, mytí nádobí | 9 | 9 | 5 | 200 |
| praní, úklid | 16 | 13 | 5 | 200 |
| splachování WC | 25 | 23 | 0 | 0 |
| zalévání, ostatní | 9 | 5 | 0 | 0 |
| Celkem | 107 | 90 | 60 | 2400 |

Vnitřní rozvody pitné vody jsou z polypropylenu typu 4 (PP-RCT) se svařovanými spoji a izolací z pěnového polyethylenu. V technických kontejnerech je potrubí vedeno volně. Stoupačící potrubí v hygienických buňkách je záměrně vedeno volně při povrchu stěny, aby se místa, kde dochází ke spojování potrubí mezi kontejnery, oddálila od problematických konstrukčních detailů (např. styku stěny a střechy kontejneru). Připojovací potrubí je vedeno v předstěných a za kuchyňskou linkou.

7.4.2 Užitková voda

Zdrojem užitkové vody je filtrační systém šedé vody umístěný v kontejnerech NOV2 a NOV3. Z poslední nádrže filtračního systému je užitková voda čerpána do nádrže na užitkovou vodu umístěné v kontejneru HYG2h nebo HYG3h. Nádrže mají volnou hladinu.

Z horní nádrže je vedeno potrubí k jednotlivým nádržkám WC a je zakončeno plovákovými ventily. Voda je díky vyšší poloze nádrže přiváděna gravitačně, na potrubí není nutné osazovat žádné další armatury.

Potřeba vody na splachování WC je odhadnuta na základě údajů o průměrné spotřebě pitné vody v domácnosti z Tab. 7.4.1. V dalších výpočtech je uvažováno s hodnotou 25 l/os.den. Pro celý objekt nouzového bydlení (s kapacitou 40 osob) je tedy potřeba užitkové vody 1000 l/den.

Pro případ nedostatku užitkové vody je do horní nádrže na užitkovou vodu přivedena pitná voda. Potrubí je zaústěno nad volnou hladinou v nádrži a odděleno zpětnou klapkou. Doplňování pitné vody je řízeno plovákovým ventilem.

Pro případ přebytku užitkové vody je nádrž opatřena přepadem zaústěným do splaškové kanalizace. Přepadem odtéká všechna užitková voda nevyužitá pro splachování WC.

Rozvody užitkové vody jsou z polypropylenu typu 4 (PP-RCT) se svařovanými spoji a izolací z pěnového polyethylenu. Montážní spoje mezi kontejnery jsou tvořené bajonetovými spojkami, kde jedna z půlspojek musí být nasazena na flexibilní části potrubí. Rozvody je tvořen svislým potrubím vedeným v blízkosti nádržek WC a krátkými úseky připojovacího potrubí. Všechno potrubí je vedené viditelně při povrchu stěny.

7.4.3 Šedá voda

Odpadní vody z umyvadel, sprch a kuchyňských dřezů jsou dále využívány. Z toho důvodu jsou napojeny na kanalizační systém oddílný od kanalizace, která odvádí vodu z WC. Množství šedé vody, které je dále možno využít, je odhadnuto v následující tabulce.

Tab. 7.4.3 Odtok šedé vody v EDHO

| Účel | Potřeba pitné vody v EDHO | Odtok vody do kanalizace | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| | (l/den) | (%) | (l/den) |
| pití | 200 | 0% | 0 |
| mytí rukou | 200 | 98% | 196 |
| osobní hygiena, sprchování | 1600 | 95% | 1520 |
| příprava jídla, mytí nádobí | 200 | 80% | 160 |
| praní, úklid | 200 | 90% | 180 |
| Celkem | 2400 | | 2056 |

Potřeba užitkové vody na splachování WC v EDHO 1000 l/den (viz kapitola 7.4.2) je tedy kompletně pokryta množstvím přečištěné šedé vody. Zbývajících 1056 l/den je odváděno do splaškové kanalizace přepadem z horní nádrže na užitkovou vodu.

Řešený kanalizační systém odvádějící šedou vodu je gravitační. Připojovací potrubí jsou vedená v předstěnách a napojená na viditelně vedené odpadní potrubí. To je ve spodní části zaústěno do filtračního systému šedé vody. V horní části je odpadní potrubí odvětráno. Některá větrací potrubí jsou společná pro splaškovou i „šedou“ kanalizaci. Materiálem potrubí je polypropylen, pevné spoje jsou hrdlové, montážní spoje (mezi kontejnery) jsou řešeny bajonetovými spojkami. Část potrubí s jednou bajonetovou půlspojkou musí být tvořena flexibilní hadicí.

Zvolený způsob čištění šedé vody je velmi nenáročný, návrh je proveden v souladu s požadavky definovanými v kapitolách 6.1.4 a 6.1.5. Navržený systém představuje kaskáda nádrží s usazováním a filtrací mechanických nečistot. Z provozních a ekonomických důvodů není prováděno biologické čištění, chemické čištění ani dezinfekce vody. Poslední nádrž ve filtrační kaskádě slouží ke krátkodobé akumulaci užitkové vody (v řádu hodin).

7.4.4 Splašková voda

Systémem splaškové kanalizace jsou odváděny vody z WC a přebytky z horní nádrže na užitkovou vodu. Voda je gravitačně odváděna do akumulačních nádrží umístěných v kontejnerech NOV2 a NOV3. Odtud je dále prostřednictvím tlakové kanalizace odváděna k čištění nebo odvozu (viz kapitola 7.2.2). Kalové čerpadlo zajišťující odvádění splašků z nádrže by mělo být vybaveno jednoduchým regulačním systémem s časovým spínáním a s hlídáním hladiny vody v nádrži.

Množství splaškových odpadních vod, které je nutno odvádět z jednoho EDHO, je stanoveno v následující tabulce. Čtyřnásobná hodnota celkového množství odpovídající komplexu nouzového bydlení s největší kapacitou (160 osob) je použita ve výpočtu celkové produkce odpadních vod v kapitole 7.2.2.

Tab. 7.4.4 Odtok splaškové vody v EDHO

| Zdroj splaškové vody | Množství splaškové vody | |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | (l/den) | (m ³ /den) |
| využitá šedá voda (splachování WC) | 1000 | 1,0 |
| + 20 % pevné složky odpadní vody | 200 | 0,2 |
| newyužitá šedá voda (odtok přepadem) | 1056 | 1,1 |
| Celkem | 2256 | 2,26 |

Materiálem gravitační části kanalizačního potrubí je polypropylen. Pevné spoje potrubí jsou hrdlové, montážní spoje (mezi kontejnery) jsou bajonetové. Část potrubí s jednou bajonetovou půlspojkou musí být tvořena flexibilní hadicí. Rozvody jsou v hygienických buňkách vedeny viditelně při povrchu stěny. Odpadní potrubí je umístěno v blízkosti WC, každé z WC je pak připojeno krátkou větví připojovacího potrubí. V horní části je potrubí spojeno a vyvedeno do vnějšího prostředí za účelem odvětrání kanalizačního systému.

8. Případové studie využití komplexu nouzového bydlení

Použitelnost EDHC je ověřena pomocí tří případových studií. Ty mají simulovat podmínky mimořádných událostí, které mohou nastat v oblastech, pro které je komplex určen, tj. na území České republiky. Aby bylo docíleno reálnějších výstupů, jsou řešené mimořádné události modelovány na základě skutečných událostí z posledních 20 let.

Každá případová studie představuje postup nasazení EDHC při skutečné mimořádné události tak, jakoby se událost opakovala za stejných podmínek, ale integrovaný záchranný systém již měl k dispozici komplex nouzového bydlení navržený v této práci. Skutečná událost může být případně mírně modifikována tak, aby byly zohledněny méně příznivé podmínky, a to za předpokladu, že se méně příznivá varianta mohla udát se stejnou pravděpodobností jako varianta skutečná (vysvětleno u konkrétní změny v kapitole 8.1.2).

Postup každé případové studie, stejně jako reálný postup nasazení EDHC, zahrnuje analýzu mimořádné události z hlediska potřeby zajištění nouzového bydlení a rozhodnutí o použití EDHC. To znamená volbu konkrétní varianty komplexu, definování specifických požadavků a odlišností od základního návrhu (viz kapitola 3.), umístění komplexu a stanovení požadavků, které pravděpodobně budou vznikat v průběhu jeho užívání. Součástí každé případové studie jsou proto i odhady potřeby vody a energie, jejichž výstupem jsou požadavky na zásobování komplexu. Výpočty potřeb jsou provedeny velmi jednoduše a mají simulovat postup příslušníka logistického útvaru AČR při předběžném plánování zásobování EDHC (stanovení požadavků na zásobování ještě před začátkem montáže komplexu). Za provozu komplexu lze pak tyto požadavky dále upřesňovat pomocí přesnějších výpočtů nebo na základě monitorování skutečného provozu.

V případových studiích nejsou záměrně vypsány postupy a požadavky, které jsou univerzální pro všechny případy nasazení komplexu nouzového bydlení. Příkladem může být postup montáže EDHO, který se oproti základnímu návrhu nemění s typem krizové situace ani s místem nasazení EDHC. K postupu však mohou být stanoveny specifické požadavky související např. s konfigurací terénu.

8.1 Výbuch plynu a požár bytového domu v Liberci

8.1.1 Skutečná událost

K mimořádné události došlo dne 16.8.2019 v bytovém domě č. p. 391 v ulici Slovenského národního povstání v Liberci. Událost začala výbuchem plynu v bytě v osmém (předposledním) nadzemním podlaží bytového domu. Výbuch byl následován požárem v zasaženém bytě. [72] [73]

Z budovy bylo evakuováno 35 osob. Jedna z evakuovaných osob byla se zraněními přepravena do nemocnice, ostatním osobám byl po dobu několika hodin umožněn pobyt v přistaveném evakuačním autobusu. [72] [73]

Ve stejný den byl stav budovy posouzen statikem. Kvůli porušeným konstrukcím v okolí zasaženého bytu nebylo umožněno jeho užívání a bylo nařízeno zabezpečení konstrukcí. Do bytů v nižších podlažích byl obyvatelům v den mimořádné události umožněn návrat. Některé z nezasažených bytů však mohly vyžadovat opravy a údržovací práce vyplývající např. z účinků otřesu při výbuchu, z poškození technického zařízení budovy nebo z provedeního požárního zásahu. [72] [73]

Nouzové ubytování, které by bylo v blíže nespecifikované podobě zajištěno městem Liberec, nebylo obyvateli bytového domu využito i přesto, že technický stav jejich bytů nemusel být optimální pro obývání. S poskytnutím nouzového ubytování tedy město dále uvažovalo pouze pro zraněnou osobu, jejíž byt neumožňoval opětovné obsazení bez provedení zásadních oprav. [72] [73]

8.1.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC

Oproti skutečné události je pro účely případové studie uvažováno se změnou času, kdy byl evakuovaným osobám umožněn návrat do budovy. Ten je totiž značně ovlivněn rozsahem poškození budovy v důsledku mimořádné události.

Pravděpodobnost, že dojde k výbuchu plynu v bytě, nejspíš nebyla pro skutečně zasažený byt výrazně vyšší, než pro ostatní byty. Je vhodné zohlednit to, že k výbuchu mohlo dojít v kterémkoliv bytě, respektive podlaží. Pokud by k výbuchu došlo v některém z nižších podlaží, poškození konstrukcí by mohlo být větší a více bytů by tedy bylo neobyvatelných.

V této případové studii je proto zvětšen počet evakuovaných osob požadujících nouzové ubytování na 35. Je uvažováno s různým, ale celkově větším rozsahem poškození konstrukcí v různých částech budovy. Jedná se o méně příznivou variantu situace popsané v kapitole 8.1.1, ke které ale mohlo dojít s prakticky stejnou pravděpodobností, jako ke skutečné události.

Postup IZS v oblasti zajištění nouzového přežití a nouzového bydlení je pro modifikovanou mimořádnou událost shrnut v následující tabulce.

Tab. 8.1.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám

| Fáze | Čas | | Doba trvání fáze | Stav a činnost evakuovaných osob | Počet evakuovaných osob |
|-------------|----------|----------|------------------|--|-------------------------|
| | od | do | | | |
| evakuace | 0 hod | 1 hod | 1 hod | začátek mimořádné události, zásah složek IZS, evakuace osob z budovy | 35 |
| přežití | 1 hod | 6 hod | 5 hod | pobyt osob mimo nebezpečnou oblast, ve vnějším prostředí nebo v evakuačním autobusu | 34 |
| ubytování | 6 hod | 30 hod | 1 den | pobyt ve stanech, užívání jednoduchých mobilních hygienických zařízení | 34 |
| bydlení – 1 | 2. den | 3. den | 1 den | postupný přesun do PRE-EDHC, obsazení obytných místností | 34 |
| bydlení – 2 | 3. den | 3. týden | 3 týdny | obývání plnohodnotného EDHC, oprava méně poškozených bytů svépomocí | 34 |
| | | | | přesun části evakuovaných osob do opravených bytů | 17 |
| bydlení – 3 | 3. týden | 5. týden | 2 týdny | obývání EDHC bez služeb, oprava ostatních bytů po dokončení oprav nosných konstrukcí | 17 |
| | | | | přesun zbývajících evakuovaných osob do opravených bytů | 17 |

Situace vyžaduje nasazení prostředků pro poskytnutí nouzového bydlení evakuovaným osobám. V první řadě je nutno zajistit ochranu osob a zdroje pro uspokojení jejich základních potřeb (především pitnou vodu). Následně je třeba postupovat tak, aby se použitá opatření změnila z nouzového přežití na nouzové bydlení, které svojí kvalitou blízko běžnému bydlení umožní lidem klidnou a bezproblémovou obnovu a opětovné obsazení svých bytů.

Rozhodnutí o použití EDHC by měl provést velitel zásahu ve chvíli, kdy je kontrolou technického stavu zasažené budovy potvrzeno, že ji obyvatelé nebudou moci do provedení oprav využívat. Do doby, než bude komplex nouzového bydlení dostupný, budou evakuovaným osobám poskytnuty evakuační autobusy, stany a jednoduchá mobilní hygienická zařízení.

Předpokládá se, že EDHC bude k dispozici v průběhu druhého dne od začátku mimořádné události alespoň v podobě PRE-EDHC, tj. rozestavěný, ale umožňující obsazení obytných místností. Po dokončení montáže komplexu bude všem evakuovaným osobám umožněno obývání objektů pro nouzové bydlení a poskytovány služby součástí EDHC (hromadné stravování, zdravotnická služba).

Lidé mohou v této době provádět opravy a údržbové práce ve vlastních bytech svépomocí, nebo zajišťovat provedení prací odbornými firmami (zejména v částech budovy, kde jsou poškozené nosné konstrukce). Předpokládá se, že se evakuované osoby budou vracet do svých bytů (tj. opouštět EDHC) postupně, dle poškození jejich bytů a s tím související dobou opravy a údržby.

Se změnami obsazenosti EDHC bude možné měnit jeho kapacitu (počet objektů nouzového bydlení) a úroveň poskytovaných služeb (např. částečné hromadné stravování s menším počtem připravovaných jídel). Zdravotnickou službu zřejmě nebude nutné poskytovat po celou dobu využívání EDHC evakuovanými osobami.

8.1.3 Použití EDHC

Po učinění rozhodnutí velitele zásahu o nasazení komplexu nouzového bydlení je nutné vybrat vhodné umístění komplexu. V blízkosti místa mimořádné události je volná rovinná plocha veřejné zeleně bez vysokého a středního porostu (travnatá plocha). Místo zároveň nabízí výbornou dostupnost veřejné dopravy (jedná se o plochy v blízkosti tramvajové zastávky). Pokud nebudou na místě zjištěny okolnosti zabráňující umístění EDHC na této ploše, jedná se o optimální prostor pro umístění komplexu. Tuto situaci ukazuje Obr. 8.1.3.1. Pohled na vybranou plochu pro umístění komplexu ukazuje Obr. 8.1.3.2.



LEGENDA

- MÍSTO MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI (BYTOVÝ DŮM)
- MÍSTO NAsAZENÍ KOMPLEXU NOUZOVÉHO BYDLENÍ (EDHC)
- KOMUNIKAČNÍ A MANIPULAČNÍ PROSTOR EDHC



Obr. 8.1.3.1 Umístění EDHC v případové studii 1, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74]



Obr. 8.1.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 1 [75]

Dle povahy mimořádné události, počtu evakuovaných osob a předpokládané doby, po kterou bude nutné zajistit nouzové bydlení, je nutné vybrat variantu EDHC. V případě této studie je zvolen krátkodobý EDHC s kapacitou 80 osob. Maximální kapacita sice převyšuje počet evakuovaných osob více než dvojnásobně, ale počet obytných místností (20) více odpovídá počtu bytů v devítipodlažním věžovém bytovém domě (ve srovnání s EDHC o kapacitě 40 osob s 10 obytnými místnostmi). Bude tak zvolena komfortnější varianta, kdy budou obytné buňky obsazeny částečně a obyvatelé různých bytů nebudou nuceni sdílet stejný obytný prostor.

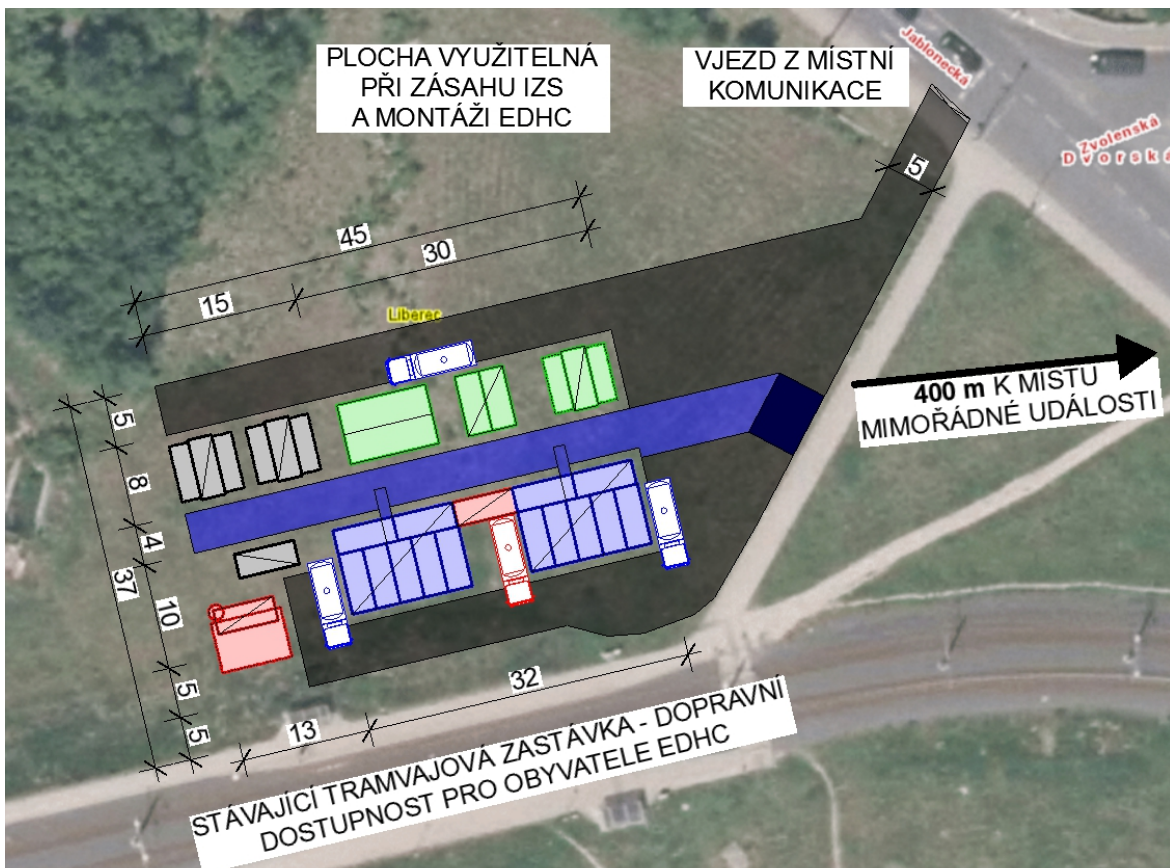
Evakuované osoby mohou mít lehká zranění, která nevyžadují převoz osob do nemocnice. Z toho důvodu by měla být součástí EDHC alespoň v prvních dnech zdravotnická služba. Ta zahrnuje i psychologickou pomoc a zásobování léčivými a zdravotními pomůckami pro osoby, které si při evakuaci nevezaly s sebou dostatečné množství léků.

V počáteční fázi nasazení EDHC bude také vhodné zajistit stravování pro evakuované osoby i pro pracovníky zapojené do IZS. Proto by měl být komplex vybaven sestavou kontejnerů varna + výdejna stravy. Vzhledem k tomu, že je EDHC umístěn v městské zástavbě a je pro něj zajištěná výborná dostupnost veřejné dopravy, je možné předpokládat, že v pozdějších fázích nouzového bydlení si evakuované osoby budou samy obstarávat suroviny a pro přípravu jídel využívat kuchyňky v hygienických buňkách.

Vzhledem k relativně krátké době používání komplexu pravděpodobně nebude účelné zřízovat přípojky pitné vody, kanalizace a elektřiny. Zásobování pitnou vodou a odvoz splaškových vod bude zajištěno cisternovou dopravou. Jako zdroj elektřiny a tepla bude použit KVET kontejner doplněný jedním energetickým kontejnerem Alfons. Teplo bude využíváno k ohřevu teplé vody v EDHO a k provozu sestavy varna + výdejna stravy. Vytápění buněk nebude z důvodu období využití EDHC (srpen a září) potřeba.

Komplex nouzového bydlení bude nutné doplnit zázemím pro IZS, i když nebude plně využívaná kapacita některých z jeho součástí (např. velitelské pracoviště).

Schéma EDHC s výše popsanými součástmi a v podobě, v jaké by byl realizován, ukazuje *Obr. 8.1.3.3*.



LEGENDA

- KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM VOZIDEL, PLOCHY PRO STÁNÍ VOZIDEL IZS
- KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM CHODCŮ
- KONTEJNERY TVOŘÍCÍ SESTAVY EDHO (2x EDHO ... KAPACITA 80 OSOB)
- ENERGETICKÉ KONTEJNERY (1x ALFONS, 1x KVET)
- SLUŽBY A SPOLEČNÉ PROSTORY (1x STAN, 1x VARNA + VÝDEJNA STRAVY, 1x ZDRAVOTNICKÝ KONTEJNER)
- ZÁZEMÍ PRO IZS (1x VELITELSKÝ KONTEJNER, 1x UBYTOVACÍ KONTEJNER, 1x SANITÁRNÍ BUŇKA)
- CISTERNA S PITNOU VODOU
- CISTERNA S BIOMETANEM



Obr. 8.1.3.3 Schéma EDHC nasazeného v případové studii 1, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74]

Před začátkem provozu EDHC je nutné odhadnout, jaké bude mít komplex potřeby, a to alespoň v prvotní fázi provozu (dle Tab. 8.1.2 fáze „bydlení – 2“). Na základě výpočtem určených potřeb je pak možné řídit zásobování EDHC. V následujících kapitolách jsou provedeny výpočty potřeb EDHC pro jeden typický den provozu z fáze „bydlení – 2“ dle Tab. 8.1.2. Pro další fáze, kdy komplex neobsahuje např. zdravotnickou službu a hromadné stravování, je pak možné odhadnout snížení potřeb oproti plnohodnotnému provozu.

8.1.4 Zásobování vodou a odvoz odpadních vod

Pitnou vodu je nutné dodávat do obou objektů nouzového bydlení, dále do sanitární buňky pro IZS a do kontejneru varny. Z jmenovaných kontejnerů, resp. sestav, je nutné odvážet odpadní vody do veřejné čistírny odpadních vod.

Specifická denní potřeba pitné vody je v souladu s kapitolou 7.2.1 uvažována 60 l/os.den pro evakuované osoby v EDHO. Je uvažován pobyt 18 osob v jednom objektu nouzového bydlení, tj. denní potřeba pitné vody pro 1 EDHO bude 1 080 l/den. Pitná voda je zajištěna samostatnou cisternou pro každý objekt, např. přívěsem CPV-3, který je používán Armádou České republiky,

má kapacitu 3 000 l a pitná voda v něm může být skladována maximálně 72 hodin (hygienický limit). [16] Cisterna tohoto typu by u objektu nouzového bydlení musela být vyměněna každý třetí den.



Obr. 8.1.4.1 Cisterna na pitnou vodu CPV-3 [16]

Průměrná denní potřeba vody pro sestavu kontejnerů varna + výdejna stravy je při využití její plné kapacity 14 m³ (viz kapitoly 3.4.5 a 7.2.1). Při zohlednění předpokládané činnosti v konkrétní situaci zpracovávané v této případové studii je možno hodnotu snížit přibližně na čtvrtinu, tedy 3,5 m³. Reálně ale může být tato potřeba různá pro různé dny, a to dle typu připravovaných pokrmů. Rozhodnutí o použitém typu cisterny, resp. doby jejího vyprazdňování, by mělo být provedeno pro každý případ, který se více vzdaluje od průměru. Předběžně je možné uvažovat např. s použitím armádní cisterny CITRA-M, která má kapacitu 7 m³ a hygienický limit pro skladování vody opět 72 hodin. [16] Cisternu by bylo nutné vyměnit jednou za dva dny.



Obr. 8.1.4.2 Cisterna na pitnou vodu CITRA-M [16]

Pro sanitární buňku IZS je uvažovaná denní potřeba pitné vody 400 l (viz kapitola 7.2.1). Pro zásobování pitnou vodou lze využít samostatnou cisternu (např. přívěs C180V s kapacitou 950 l), [16] nebo vodu odebírat z cisterny přistavené k nejbližšímu EDHO (viz Obr. 8.1.3.3). Při využití společné cisterny, tj. denním odběru 1 480 l bude tuto cisternu s kapacitou 3 000 l nutné vyměnit jednou za dva dny.

Shrnutí potřebného počtu cisteren a intervalu jejich výměny je uvedeno společně s potřebou fekálních vozů v Tab. 8.1.4.1.

Pro odvoz splaškových vod je uvažováno s jedním fekálním vozem CAS11, který je součástí vybavení Armády České republiky a má kapacitu 11 m³. [16] Cisternový automobil by měl během dne postupně odčerpávat splaškové vody ze všech zařízení v EDHC, která je produkují.



Obr. 8.1.4.3 Fekální vůz CAS11 [16]

Dle výpočtu v kapitole 7.4.4 je v plně obsazeném EDHO (40 osob) denně vyprodukováno 2,26 m³ splaškových vod. Objekty v řešeném komplexu jsou obývány celkovým počtem 35 osob, což znamená, že tyto osoby (celkem za oba použité EDHO) budou denně produkovat 1,98 m³ splaškových vod. Celková kapacita akumulčních nádrží splaškových vod (za oba použité EDHO) je 6 m³ (viz kapitola 7.4), což znamená, že odvoz odpadních vod musí být zajištěn minimálně jednou za 3 dny.

Produkce odpadních vod kontejnery varna, výdejna stravy a sanitární buňka IZS je odhadnuta na základě potřeby pitné vody a s využitím poměrů dle Tab. 7.2.2. Je uvažováno denní množství odpadních vod 1,75 m³ ze sestavy varna + výdejna stravy a 0,44 m³ ze sanitární buňky. Vody je možno akumulovat v armádních kontejnerech s nádržemi na odpadní vody (fekálních tancích) s kapacitou 8,5 m³. [35] Pro sestavu varna + výdejna stravy je tedy akumulční kapacita 17 m³ (2 kontejnery), pro sanitární buňku 8,5 m³. Interval pravidelného odvozu odpadních vod by mohl být větší než 3 dny, ale protože je předpokládáno, že jeden fekální vůz odváží najednou všechny splaškové vody z celého EDHC, přizpůsobí se tento interval odvozu vod z objektů nouzového bydlení (3 dny). Znamená to, že akumulční kapacita fekálních tanků nemusí být plně využívána.

Celkové množství splaškových vod z EDHC naakumulované během 3 dnů je 12,51 m³. Fekální vůz s kapacitou 11 m³ tedy musí odčerpávat splaškové vody ze všech zařízení během každého třetího dne, přičemž prioritně je nutné zajistit odvoz vod z objektů nouzového bydlení (z důvodu menší akumulční kapacity splaškových vod). Shrnutí produkovaného, akumulovaného a odváženého množství odpadních vod je společně se zásobováním pitnou vodou uvedeno v následující tabulce.

Tab. 8.1.4.1 Zásobování pitnou vodou a odvoz splaškových vod

| Buňka / sestava | Denní potřeba pitné vody (m ³ /den) | Vhodný typ cisterny | Kapacita cisterny (m ³) | Interval pro výměnu cisterny (dny) |
|------------------------|--|--------------------------------------|---|--|
| EDHO 1 | 1,08 | CPV-3 | 3 | 2 |
| sanitární buňka IZS | 0,40 | | | |
| EDHO 2 | 1,08 | CPV-3 | 3 | 3 |
| varna + výdejna stravy | 3,50 | CITRA-M | 7 | 2 |
| pitná voda celkem | 6,06 | | | |
| Buňka / sestava | Denní produkce odpadních vod (m ³ /den) | Kapacita akumulace (m ³) | Kapacita cisterny CAS11 (m ³) | Interval pro odvoz splaškových vod (dny) |
| 2x EDHO | 1,98 | 6,0 | 11 | 3 |
| sanitární buňka IZS | 0,44 | 8,5 | | |
| varna + výdejna stravy | 1,75 | 17,0 | | |
| odpadní vody celkem | 4,17 | 31,5 | 11 | |

8.1.5 Potřeba energie a zásobování palivem

Teplu je nutné dodat do sestavy varna + výdejna stravy pro provoz spotřebičů, do sanitární buňky IZS pro ohřev teplé vody a do obou objektů nouzového bydlení pro ohřev teplé vody a případné vytápění. S přihlédnutím k období, kdy je EDHC nasazen (srpen a září), a k předpokládané obsazenosti ostatních kontejnerů, je vytápění kontejnerů mimo EDHO zanedbáno.

Potřeba tepla na vytápění jednoho EDHO je stanovena pomocí výpočtového nástroje, který je popsán v kapitole 4.3.3. Je uvažována přítomnost 18 osob v jednom EDHO a jejich činnost dle Obr. 4.3.2. Roční potřeba tepla na vytápění by byla 10,7 MWh. Během srpna je potřeba tepla nulová a během září objekt potřebuje 47 kWh tepla, což je ovšem pro výpočet denní potřeby energie (resp. paliva) zcela zanedbatelná hodnota. Proto v dalších výpočtech není uvažováno s vytápěním EDHO.

Potřeba tepla na ohřev teplé vody v EDHO je lineárně závislá na počtu osob odebírajících teplou vodu. Hodnota stanovená pro jeden objekt v návrhovém stavu v příloze P8 (45,5 kWh) je tedy snížena tak, aby odpovídala 18 osobám, které budou EDHO skutečně obývat. Výsledná denní potřeba tepla na ohřev teplé vody v jednom EDHO je 21 kWh.

Teplá voda je dále připravována v sanitární buňce IZS. Denní potřeba tepla byla v návrhovém stavu odhadnuta na hodnotu 201,6 kWh společně pro ohřev teplé vody i pro vytápění (viz kapitola 7.1.1). V této případové studii není vytápění uvažováno a snížením potřeby tepla dále musí být zohledněno i částečné využití kapacity buňky. Potřeba tepla by se dle skutečného počtu uživatelů buňky mohla podobat potřebě tepla pro EDHO. Ve výsledku je tak možné odhadovat denní potřebu tepla na ohřev teplé vody v sanitární buňce IZS na 20 kWh.

Teplu pro spotřebiče v sestavě varna + výdejna stravy je stanoveno také odhadnutým poměrem z potřeby tepla v návrhovém stavu. Při plné kapacitě (3x 200 jídel za den) má sestava denní potřebu tepla 333 kWh. Při zohlednění předpokládané činnosti v konkrétní situaci zpracovávané v této případové studii je možno hodnotu snížit přibližně na čtvrtinu, tedy 80 kWh za den.

Shrnutí vypočítaných a odhadovaných hodnot je společně s potřebou elektřiny uvedeno v Tab. 8.1.5.1.

Elektřinu využívají všechny použité součásti EDHC, tj. jednotlivé kontejnery a stan. Denní potřeba elektrické energie je odvozena z návrhového stavu (viz kapitola 7.1.1) tak, že konkrétní hodnoty denní potřeby uvedené v Tab. 7.1.1 jsou zmenšené poměrem, který odpovídá využití kapacity daného zařízení.

Pro jeden objekt nouzového bydlení je opět počítáno s obsazením 18 osobami, takže návrhová potřeba elektřiny 113,2 kWh je zmenšena na 51 kWh.

Denní potřeba elektřiny pro zdravotnický kontejner je z důvodu obtížně odhadnutelného provozu zmenšena pouze o polovinu oproti návrhové hodnotě 96 kWh, tj. na 48 kWh.

Potřeba elektřiny v sestavě kontejnerů varna + výdejna stravy je stejně jako v případě tepla zmenšena přibližně na čtvrtinu oproti návrhovému stavu 192 kWh, tj. na 48 kWh.

Součástí zvolené varianty EDHC je jeden stan, kde bude elektřina využívána pouze na osvětlení. Denní potřeba elektrické energie se tak z návrhové hodnoty 120 kWh může snížit přibližně na 10 kWh.

Velitelský a ubytovací kontejner, které jsou součástí zázemí pro IZS, mají shodnou návrhovou hodnotu potřeby elektřiny 64,5 kWh. Skutečnost, že nebude plně využita jejich kapacita, umožňuje snížit potřebu energie na provoz spotřebičů přibližně na čtvrtinu, tedy 16 kWh.

Sanitární buňka pro IZS má návrhovou denní potřebu elektrické energie 22,4 kWh. Potřeba není ovlivněna vytápěním, ale je možné ji snížit na základě toho, že nebude plně využívána kapacita buňky. Uvažovaná denní potřeba elektřiny je 10 kWh.

Výše odhadnuté hodnoty potřeby elektřiny společně s potřebou tepla shrnuje následující tabulka.

Tab. 8.1.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC

| Buňka / sestava | Počet ks | Denní potřeba tepla (kWh) | | Denní potřeba elektřiny (kWh) | |
|--------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | pro 1 ks | pro použitý počet | pro 1 ks | pro použitý počet |
| EDHO | 2 | 21 | 42 | 51 | 102 |
| zdravotnický kontejner | 1 | 0 | 0 | 48 | 48 |
| varna + výdejna stravy | 1 | 80 | 80 | 48 | 48 |
| stan | 1 | 0 | 0 | 10 | 10 |
| velitelský/ubytovací kontejner | 2 | 0 | 0 | 16 | 32 |
| sanitární buňka IZS | 1 | 20 | 20 | 10 | 10 |
| | | Celkem | 142 | Celkem | 250 |

Při známé potřebě elektřiny je nejprve nutné odhadnout její pokrytí energetickým kontejnerem Alfons. V tomto případě bude provedeno zjednodušeně pouze na základě měsíční produkce elektřiny z fotovoltaických panelů. Ta je stanovena pomocí výpočtového nástroje PVGIS. [89] Vstupem do výpočtu je umístění fotovoltaické plochy (viz Obr. 8.1.3.1), její špičkový výkon (9,2 kWp – viz kapitola 3.4.1), sklon (45° – viz kapitola 3.4.1) a azimut od jižní orientace (-14° – viz Obr. 8.1.3.3). Výstupem je měsíční produkce elektřiny, která v průběhu srpna činí 1 070 kWh. Měsíc srpen nejvíce odpovídá fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.1.2 a tedy období, kdy bude komplex nouzového bydlení plně vybaven tak, jak je popsáno v kapitole 8.1.3. Vydělením měsíční produkce elektřiny počtem dnů v srpnu (31) lze zjednodušeně získat hodnotu denní produkce elektřiny 34 kWh.

Po odečtení energie produkované kontejnerem Alfons zůstává denní potřeba 142 kWh tepla a 216 kWh elektřiny, kterou musí pokrýt KVET kontejner. Za předpokladu nepřetržitého provozu pouze menší z obou kogeneračních jednotek (viz kapitola 7.1.2) na částečný výkon je možné stanovit tento výkon vydělením denních potřeb energie 24 hodinami. Výsledky jsou v následující tabulce porovnány s možnostmi provozu kogenerační jednotky.

Tab. 8.1.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení

| | Elektrický výkon (kW) | Tepelný výkon (kW) | Příkon v palivu (kW) |
|--|-----------------------|--------------------|----------------------|
| minimální potřebný výkon dle denní potřeby energie | 9,0 | 6,0 | |
| plný výkon kogenerace 2 (100 %) | 30,0 | 59,0 | 97,0 |
| výkon při regulaci dle potřeby elektřiny (30 %) | 9,0 | 17,7 | 29,1 |
| výkon při regulaci dle potřeby tepla (10 %) | 3,0 | 6,0 | 9,7 |

Na základě údajů z Tab. 8.1.5.2 je možné rozhodnout, že provoz KVET zařízení bude regulován dle potřeby elektřiny. Při regulaci podle potřeby tepla by totiž nebyl elektrický výkon dostačující.

V případě kontinuálního provozu během dne by zařízení pracovalo na 30 % svého maximálního výkonu. Tímto poměrem lze přenásobit i příkon kogenerační jednotky v palivu a získat tak množství energie v kWh/h, které je nutné do zařízení dodat. Postupem popsaným v kapitole 7.1.2 (s uvažovanou výhřevností biometanu 20 MJ/m³) je pak možné dopočítat potřebné množství paliva za hodinu a za den.

$$V_h = \frac{Q}{H} = \frac{29,1}{\frac{20}{3,6}} = 5,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_d = V_h \cdot 24 = 125,76 \text{ m}^3/\text{den}$$

Za 1 den ve fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.1.2 bude nutné formou cisternové dopravy dodat 126 m³ biometanu.

8.2 Povodeň v Rudníku v roce 2013

8.2.1 Skutečná událost

K mimořádné události došlo 2.6.2013, kdy se rozvodněná řeka Čistá (přítok Labe) a potoky protékající územím obce vylily z koryta a zaplavily části obce. Jednalo se o přívalovou povodeň, kdy hladina vody vystoupala do nejvyšší úrovně (vyznačeno dále na *Obr. 8.2.3.1*) během několika hodin a po několika hodinách opět klesla. Zaplaveny byly mimo jiné budovy včetně jejich obytných částí. Záplavy byly doprovázeny svahovými sesuvy, které způsobily poškození dalších staveb. Celkem bylo poškozeno 184 nemovitostí, z toho 84 až 106 obytných budov (dle různých zdrojů). [11] [76] [77]

K evakuaci a nouzovému přežití osob byla využita místní základní a mateřská škola, která je v povodňovém plánu vedena jako evakuační místo. [77] [78] Po odstranění následků povodně se lidé přesunuli zpět do méně poškozených budov, nebo využili dočasné ubytování u jiných obyvatel Rudníku, jejichž budovy nebyly poškozeny. I přesto, že stav méně poškozených budov nemusel být optimální pro obývání, nebylo evakuovanými osobami využito nouzové ubytování. [77]

8.2.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC

Vlastnosti a průběh povodně jsou uvažovány v nezměněném stavu, včetně rozsahu poškození nemovitostí. Počet evakuovaných osob odhadnutý na základě počtu poškozených budov je 190 osob. Evakuovány mohly být také osoby, jejichž majetek byl ohrožen, ale nebyl skutečně poškozen povodní. Celkově je odhadována evakuace 300 osob.

Změna oproti skutečné události spočívá v chování evakuovaných osob při jejich unáhleném návratu do poškozených budov. V případě, že by osoby měly k dispozici nouzové bydlení v kvalitě, v jaké je navrženo v této práci, byla by větší pravděpodobnost, že nouzové bydlení využijí. Je tedy předpokládáno zajištění nouzového bydlení pro většinu evakuovaných osob. Část osob se po odstranění následků povodně vrací do nepoškozených nebo minimálně poškozených budov. Zbytek skupiny zůstává v EDHC a využívá jej po různě dlouhou dobu dle úrovně poškození vlastních obytných budov. V poslední fázi se funkce EDHC mění z nouzového na sociální bydlení. To je využíváno malou částí evakuovaných osob, které nemají dostatek prostředků pro rychlou obnovu vlastního obydlí. Postup IZS při zajišťování nouzového bydlení, stav a činnost evakuovaných osob v závislosti na čase jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. 8.2.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám

| Fáze | Čas | | Doba trvání fáze | Stav a činnost evakuovaných osob | Počet evakuovaných osob |
|-------------|----------|----------|------------------|---|-------------------------|
| | od | do | | | |
| evakuace | 0 hod | 12 hod | 12 hod | shromáždění osob na evakuačním místě před začátkem mimořádné události, záchranné práce v průběhu události | 300 |
| ubytování | 12 hod | 2. den | 36 hod | pobyt ve škole (nad rámec kapacity), odstraňování následků povodně na úrovni obce | 300 |
| bydlení – 1 | 3. den | 4. den | 24 hod | postupný přesun do PRE-EDHC, obsazení obytných místností, využití školy v rámci její kapacity | 160 + 30 |
| bydlení – 2 | 5. den | 3. týden | 2 týdny | obývání plnohodnotného EDHC a školy v rámci její kapacity, odstraňování následků povodně na úrovni obce a budov | 160 + 30 |
| | | | | přesun části evakuovaných osob do vysychajících nepoškozených budov, navrácení školy do běžného provozu | 30 |
| bydlení – 3 | 3. týden | 4. měsíc | 2,5 měsíce | obývání plnohodnotného EDHC, opravy poškozených budov | 160 |
| | | | | přesun části evakuovaných osob do opravených budov, které byly méně poškozené | 60 |
| bydlení – 4 | 4. měsíc | 6. měsíc | 2 měsíce | obývání EDHC s částečným zajištěním služeb (stravování), opravy poškozených budov | 100 |
| | | | | přesun většiny evakuovaných osob do opravených budov, v EDHC zůstávají lidé s nedostatkem prostředků k obnově vlastních budov | 85 / 15 |
| bydlení – 5 | 6. měsíc | 8. měsíc | 2 měsíce | obývání zmenšeného EDHC (pouze jeden EDHO) bez služeb, opravy poškozených budov nebo opatření jiné formy bydlení | 15 |
| | | | | přesun zbývajících evakuovaných osob do opravených budov nebo nových bytů | 15 |

V počáteční fázi se předpokládá využití evakuačního místa Základní a mateřská škola Rudník, které má dle povodňového plánu ubytovací kapacitu 30 osob (odpovídá počtu lůžek umožňující přespání osob). [78] Pro účely nouzového přežití však škola postačí pro celou evakuovanou skupinu. Při nedostatku prostoru mohou být případně obyvatelům poskytnuty stany.

Vzhledem k malé kapacitě školy pro nouzové ubytování na delší dobu (v řádech dnů až týdnů) situace vyžaduje nasazení komplexu nouzového bydlení. O nasazení EDHC by měl rozhodnout krizový štáb, který zároveň vybere variantu EDHC na základě předběžně zjištěných škod na obytných budovách. V tomto případě je na základě údajů v Tab. 8.2.2 zvolena dlouhodobá varianta s kapacitou 160 osob.

Předpokládá se, že evakuovaným osobám bude umožněno předběžné obsazení obytných místností v průběhu montáže komplexu. Plnohodnotný EDHC by měl být k dispozici pátý den od začátku mimořádné události.

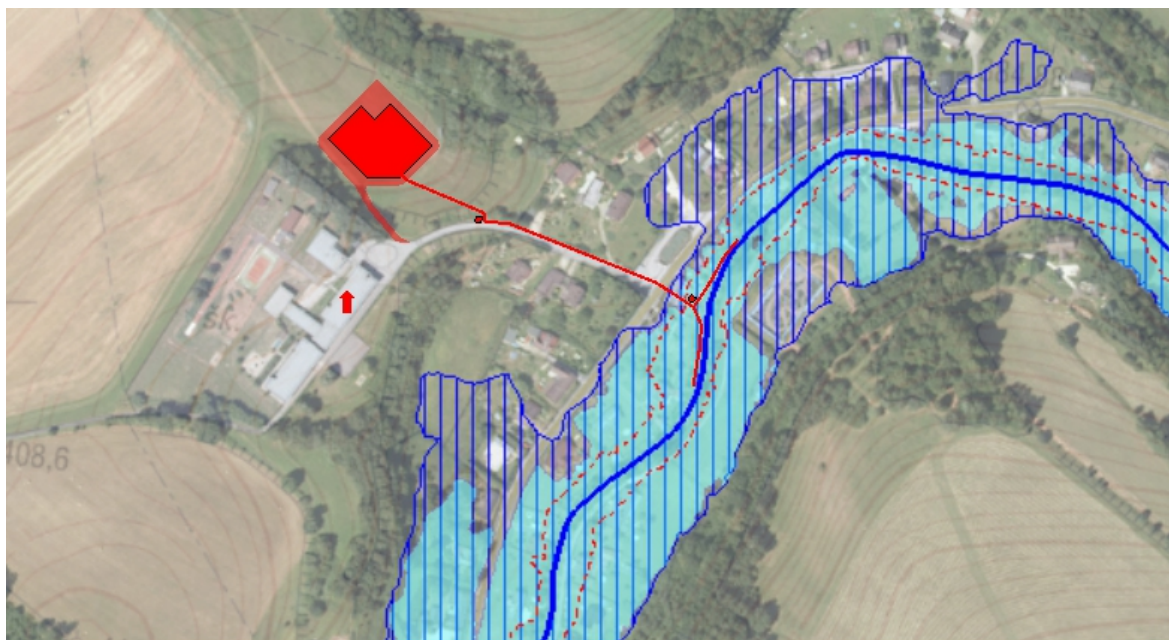
Komplex je v průběhu jeho provozu opouštěn osobami postupně ve vlnách, podle rychlosti uvádění poškozených budov do původního stavu. Během toho může být přizpůsobována maximální kapacita EDHC (v násobcích 40) a odebírána zařízení pro již nepotřebné služby.

8.2.3 Použití EDHC

Komplex je nutné umístit mimo dosah povodně, resp. mimo území poškozeného záplavami, na kterém bude potřeba provádět likvidační práce. Vhodné by pravděpodobně bylo využití volných, mírně svažitéch ploch v okolí evakuačního místa (školy), které jsou využívány jako pole, případně pastviny (viz Obr. 8.2.3.2). Vzhledem k orientaci těchto ploch bude vhodnější blokové uspořádání EDHC (viz kapitola 3.3.3).

Před začátkem montáže je nutné ověřit, zda není dané místo ohroženo svahovými sesuvy. Místní podmínky také mohou vyloučit možnost jednoduchého založení kontejnerů na povrchové (případně mělce zahloubených) podkladních patkách. V takovém případě by mohlo být přistoupeno k provedení základových vrutů nebo jiného systému bodových základových konstrukcí.

Popsaná situace je schématicky znázorněna na Obr. 8.2.3.1. Obr. 8.2.3.2 ukazuje pohled na zvolenou plochu pro umístění EDHC.



LEGENDA

ŘÍČNÍ SÍŤ S VYHLÁŠENÍM ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ (LUČNÍ POTOK)

AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ Q100 (STOLETÉ VODY)

ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ Q100 (STOLETÉ VODY)

ZAPLAVENÉ ÚZEMÍ V ČERVNU 2013

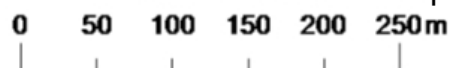
EVAKUAČNÍ MÍSTO (ZÁKLADNÍ A MATEŘSKÁ ŠKOLA RUDNÍK)

MÍSTO NASAZENÍ KOMPLEXU NOUZOVÉHO BYDLENÍ (EDHC)

KOMUNIKAČNÍ A MANIPULAČNÍ PROSTOR EDHC

TRASA POTRUBÍ NA PŘÍVOD A ODVOD VODY Z EDHC

MĚŘÍTKO 1:5000



Obr. 8.2.3.1 Umístění EDHC v případové studii 2, mapový podklad z Povodňového plánu ČR [79]



Obr. 8.2.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 2 [75]

Vybraná varianta komplexu nouzového bydlení obsahuje všechno vybavení ze základního návrhu. Základ tvoří 4 objekty nouzového bydlení.

Komplex bude obýván relativně velkým počtem osob, kterým je vhodné poskytnout mimo obytných také společenské prostory ve stanech.

Někteří lidé mohou být zranění, nemocní, mohou vyžadovat poskytnutí psychologické pomoci nebo potřebných léků a zdravotních pomůcek. Z toho důvodu by měly být k dispozici zdravotnické kontejnery nebo vozidla v množství odpovídajícím předpokládanému počtu takových osob.

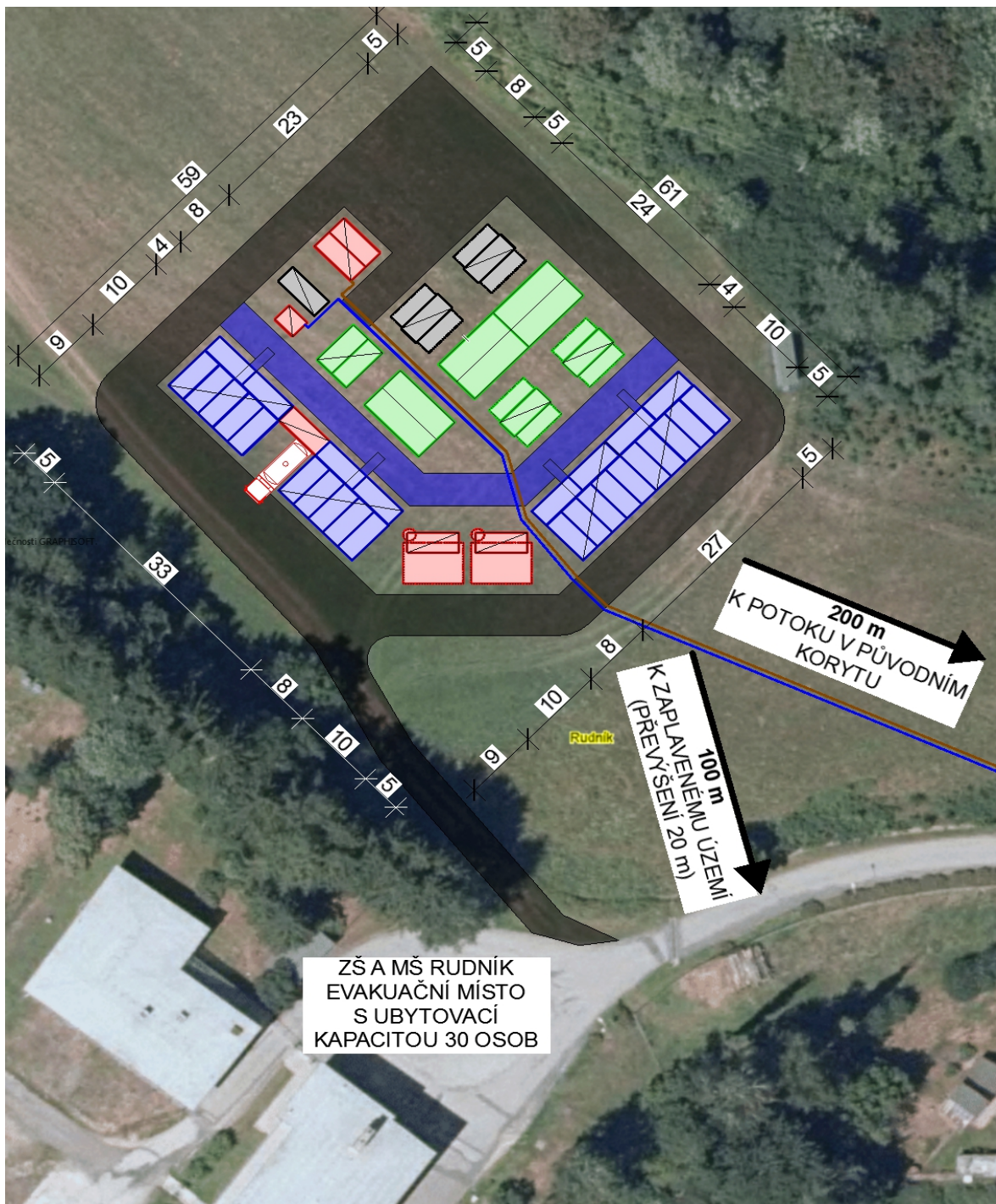
Vzhledem k tomu, že se jedná o nouzové bydlení ve vesnickém prostředí, budou mít obyvatelé pravděpodobně obtížnější přístup k opatřování zdrojů pro přípravu stravy samostatně. Proto je vhodné, aby bylo zajištěno hromadné stravování po většinu doby trvání provozu EDHC. Stravovací kapacita školy je dle povodňového plánu pouze 50 osob [78], navíc by její využívání v pozdější fázi narušovalo běžný provoz školy. Namísto školní jídelny proto bude využívána sestava varna + výdejna stravy v rámci komplexu nouzového bydlení.

Dlouhodobá varianta EDHC disponuje úpravnou pitné vody a čistírnou odpadních vod. Obě zařízení musí být napojena na povrchový zdroj vody. V této případové studii lze předpokládat odběr vody z Lučního potoka, který již v době montáže EDHC není rozvodněný (viz kapitola 8.2.1). Před využíváním tohoto zdroje je samozřejmě nutné provést na místě alespoň základní rozbor vody. Voda pro úpravu na pitnou vodu bude odebírána z místa vzdáleného několik desítek metrů proti proudu potoka. Přečištěná odpadní voda bude navracena do potoka v přibližně stejném množství na místo vzdálené několik desítek metrů po proudu potoka. Přívodní potrubí na trase mezi potokem a úpravnou vody musí být opatřeno čerpadlovými stanicemi. Odvodní potrubí může být gravitační.

Jako zdroje energie jsou použity dva energetické kontejnery Alfons a jeden KVET kontejner. Teplo bude v počátečních fázích (v letním období) používáno pro ohřev teplé vody a provoz sestavy varna + výdejna stravy. Elektřina je potřeba ve všech součástech EDHC.

Pro účely správy, plánování (např. zásobování komplexu), ubytování a hygieny pracovníků zapojených do IZS bude EDHC potřeba vybavit armádním velitelským, ubytovacím a sanitárním kontejnerem.

Schéma EDHC s výše popsanými součástmi a v podobě, v jaké by byl realizován, ukazuje Obr. 8.2.3.3.



LEGENDA

- KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM VOZIDEL, PLOCHY PRO STÁNÍ VOZIDEL IZS
- KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM CHODCŮ
- KONTEJNERY TVOŘÍCÍ SESTAVY EDHO (4x EDHO ... KAPACITA 160 OSOB)
- TECHNICKÉ KONTEJNERY (2x ALFONS, 1x KVET, 1x UMOV 1, 1x MOBILNÍ ČOV)
- SLUŽBY A SPOLEČNÉ PROSTORY (3x STAN, 1x VARNA + VÝDEJNA STRAVY, 2x ZDRAVOTNICKÝ KONTEJNER)
- ZÁZEMÍ PRO IZS (1x VELITELSKÝ KONTEJNER, 1x UBYTOVACÍ KONTEJNER, 1x SANITÁRNÍ BUŇKA)
- PŘÍVOD VODY Z POTOKA K ÚPRAVĚ NA PITNOU VODU
- ODVOD PŘEČIŠTĚNÉ SPLAŠKOVÉ VODY DO POTOKA
- CISTERNA S BIOMETANEM



Obr. 8.2.3.3 Schéma EDHC nasazeného v případové studii 2, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74]

Před začátkem provozu EDHC je nutné odhadnout, jaké bude mít komplex potřeby, a to alespoň v prvotní fázi provozu (dle *Tab. 8.2.2* fáze „bydlení – 2“ a „bydlení – 3“). Na základě výpočtem určených potřeb je pak možné řídit zásobování EDHC. V následujících kapitolách jsou provedeny výpočty potřeb EDHC pro jeden typický den provozu z fáze „bydlení – 2“ dle *Tab. 8.2.2*. Pro další fáze, kdy komplex neobsahuje např. zdravotnickou službu a hromadné stravování, je pak možné odhadnout snížení potřeb oproti plnohodnotnému provozu.

8.2.4 Zásobování vodou a likvidace odpadních vod

Pitnou vodu je nutné dodávat do všech čtyř objektů nouzového bydlení, dále do sanitární buňky pro IZS a do kontejneru varny. Z jmenovaných kontejnerů, resp. sestav, je nutné odvádět odpadní vody k likvidaci v mobilní čistírně odpadních vod.

V řešené fázi nouzového bydlení se jedná o plně obsazený EDHC vybavený mobilní úpravnou vody, tj. z hlediska zásobování pitnou vodou o návrhový stav. Denní potřeba pitné vody bude 24 m³/den (viz *Tab. 7.2.1*), takže bude plně využívána kapacita mobilní vodárny UMUV 1 (viz kapitola 3.4.2).

Z hlediska likvidace odpadních vod je řešená situace opět návrhovým stavem, protože je komplex nouzového bydlení plně obsazený a je vybaven mobilní čistírnou odpadních vod. Produkované množství odpadních vod je dle *Tab. 7.2.2* 16,5 m³/den, což odpovídá kapacitě mobilní ČOV (viz kapitola 3.4.3).

Pro evakuované osoby obývající EDHC není nutné zajišťovat cisternovou dopravu pitné vody a odvoz splaškových vod.

8.2.5 Potřeba energie a zásobování palivem

Teplu je v řešené fázi situace (1 den v červnu – viz kapitoly 8.2.1 a 8.2.2) nutné dodávat do sestavy varna + výdejna stravy pro provoz spotřebičů, do sanitární buňky IZS pro ohřev teplé vody a do všech čtyř objektů nouzového bydlení pro ohřev teplé vody. Provoz EDHC končí v prosinci (viz *Tab. 8.2.2*). Ve fázích „bydlení – 4“ a „bydlení – 5“ dle *Tab. 8.2.2* je navíc předpokládána dodávka tepla do všech kontejnerů za účelem vytápění nebo ochrany proti mrazu.

Potřeba tepla na vytápění jednoho EDHO je stanovena pomocí výpočtového nástroje, který je popsán v kapitole 4.3.3. Při využití plné kapacity objektu (40 osob) by roční potřeba tepla na vytápění byla 6,8 MWh. V řešené fázi situace není vytápění potřebné. V poslední (dále neřešené) fázi zůstává součástí EDHC pouze jeden objekt nouzového bydlení obsazený 15 osobami (viz *Tab. 8.2.2*). Měsíční potřeba tepla na vytápění EDHO je pak během prosince 2,6 MWh.

Potřeba tepla na ohřev teplé vody v EDHO bude odpovídat návrhové hodnotě, protože v řešené fázi nouzového bydlení je plně využita kapacita objektu. Denní potřeba tepla je 45,5 kWh (viz příloha P8). Celkem pro všechny čtyři použité EDHO je potřeba 182 kWh tepla za den.

Teplá voda je dále připravována v sanitární buňce IZS. Denní potřeba tepla byla v návrhovém stavu odhadnuta na hodnotu 201,6 kWh společně pro ohřev teplé vody i pro vytápění (viz kapitola 7.1.1). V této případové studii není vytápění uvažováno, proto je návrhová hodnota snížena na 50 kWh.

Denní potřeba tepla pro sestavu varna + výdejna stravy je v návrhovém stavu 333 kWh (viz kapitola 7.1.1). Řešená situace se od návrhové liší pouze v absenci části tepla potřebného pro vytápění kontejnerů. V dalších výpočtech je použita hodnota denní potřeby tepla 270 kWh, která je odhadem snižena oproti návrhovému stavu.

Shrnutí vypočítaných a odhadovaných hodnot je společně s potřebou elektřiny uvedeno v *Tab. 8.2.5.1*.

Elektřinu využívají všechny použité součásti EDHC, tj. jednotlivé kontejnery a stany. Hodnoty denní potřeby elektrické energie pro provoz spotřebičů a technického zařízení s výjimkou elektrického vytápění stanů jsou převzaty z *Tab. 7.1.1*.

V případě stanů je v návrhu stanovena denní potřeba elektřiny 360 kWh zároveň pro vytápění a osvětlení (celkem pro všechny 3 použité stany). Pro potřeby této případové studie je uvažována pouze potřeba energie na osvětlení odhadnutou hodnotou 30 kWh/den.

Hodnoty potřeby elektřiny společně s potřebou tepla shrnuje následující tabulka.

Tab. 8.2.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC

| Buňka / sestava | Počet ks | Denní potřeba tepla (kWh) | | Denní potřeba elektřiny (kWh) | |
|--------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | pro 1 ks | pro použitý počet | pro 1 ks | pro použitý počet |
| EDHO | 4 | 45,5 | 182 | 113,2 | 452,8 |
| UMUV 1 | 1 | 0 | 0 | 58,6 | 58,6 |
| ČOV | 1 | 0 | 0 | 99,2 | 99,2 |
| zdravotnický kontejner | 2 | 0 | 0 | 96 | 192 |
| vama + výdejna stravy | 1 | 270 | 270 | 192 | 192 |
| stan | 3 | 0 | 0 | 10 | 30 |
| velitelský/ubytovací kontejner | 2 | 0 | 0 | 64,5 | 129 |
| sanitární buňka IZS | 1 | 50 | 50 | 22,4 | 22,4 |
| | | Celkem | 502 | Celkem | 1176 |

Při známé potřebě elektřiny je nejprve nutné odhadnout její pokrytí energetickými kontejnery Alfons. V tomto případě bude provedeno zjednodušeně pouze na základě měsíční produkce elektřiny z fotovoltaických panelů. Ta je stanovena pomocí výpočtového nástroje PVGIS. [89] Vstupem do výpočtu je umístění fotovoltaické plochy (viz Obr. 8.2.3.1), její špičkový výkon (2x 9,2 kWp – viz kapitola 3.4.1), sklon (45° – viz kapitola 3.4.1) a azimut od jižní orientace (0° – viz Obr. 8.2.3.3). Výstupem je měsíční produkce elektřiny, která v průběhu června činí 2 184 kWh. Měsíc červen odpovídá fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.2.2, tj. začátku řešeného úseku provozu EDHC. Vydělením měsíční produkce elektřiny počtem dnů v červnu (30) lze zjednodušeně získat hodnotu denní produkce elektřiny 73 kWh.

Po odečtení energie produkované kontejnery Alfons zůstává denní potřeba 502 kWh tepla a 1 103 kWh elektřiny, kterou musí pokrýt KVET kontejner. Za předpokladu nepřetržitého provozu pouze větší z obou kogeneračních jednotek (viz kapitola 7.1.2) na částečný výkon je možné stanovit tento výkon vydělením denních potřeb energie 24 hodinami. Výsledky jsou v následující tabulce porovnány s možnostmi provozu kogenerační jednotky.

Tab. 8.2.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení

| | Elektrický výkon (kW) | Tepelný výkon (kW) | Příkon v palivu (kW) |
|--|-----------------------|--------------------|----------------------|
| minimální potřebný výkon dle denní potřeby energie | 46,0 | 21,0 | |
| plný výkon kogenerace 1 (100 %) | 75,0 | 104,0 | 209,0 |
| výkon při regulaci dle potřeby elektřiny (61 %) | 46,0 | 63,4 | 127,5 |
| výkon při regulaci dle potřeby tepla (20 %) | 15,0 | 21,0 | 41,8 |

Na základě údajů z Tab. 8.2.5.2 je možné rozhodnout, že provoz KVET zařízení bude regulován dle potřeby elektřiny. Při regulaci podle potřeby tepla by totiž nebyl elektrický výkon dostačující.

V případě kontinuálního provozu během dne by zařízení pracovalo na 61 % svého maximálního výkonu. Tímto poměrem lze přenásobit i příkon kogenerační jednotky v palivu a získat tak množství energie v kWh/h, které je nutné do zařízení dodat. Postupem popsaným v kapitole 7.1.2 (s uvažovanou výhřevností biometanu 20 MJ/m³) je pak možné dopočítat potřebné množství paliva za hodinu a za den.

$$V_h = \frac{Q}{H} = \frac{127,5}{\frac{20}{3,6}} = 22,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_d = V_h \cdot 24 = 550,8 \text{ m}^3/\text{den}$$

Za 1 den ve fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.2.2 bude nutné formou cisternové dopravy dodat 551 m³ biometanu.

8.3 Povodeň v Praze v roce 2002

8.3.1 Skutečná událost

Od 12.8.2002 byl na území hlavního města Prahy vyhlášen nouzový stav v souvislosti letní regionální povodní. Ta dosáhla vrcholu 14.8.2002. Ze záplavami ohrožených částí města bylo evakuováno celkem 50 000 osob. Škody způsobené povodní byly vyčísleny na 27 miliard Kč. Zcela zničeny byly obytné budovy v hodnotě přibližně 526 milionů Kč, dalších 3 236 milionů činily náklady na obnovu poškozených obytných budov. [12] [80]

Opatření pro nouzové přežití obyvatelstva byla provedena s využitím dostupných prostředků (viz kapitola 2.). [13] Pro evakuované osoby, jejichž obytné budovy byly povodní kompletně zničeny, byla následně zahájena výstavba sociálního bydlení. [81]

8.3.2 Předpokládaný průběh události v případě použití EDHC

V této případové studii se předpokládá, že při krizové situaci bude pro Prahu k dispozici maximální počet komplexů nouzového bydlení. Tento počet je odhadován na 15 ks EDHC pro celou ČR (1 ks pro každý kraj + 2 ks pro hlavní město Prahu, stejně jako v případě kontejnerů nouzového přežití ve vybavení hasičských záchranných sborů – viz kapitola 2.1.1). Všechny komplexy nouzového bydlení tedy budou nasazeny v Praze. Systémem nouzového bydlení navrženým v této práci nebude pokryt plný počet evakuovaných osob, ale budou maximálně využity jeho kapacity dle odhadnutého počtu kusů.

Nasazené EDHC budou využívány přednostně osobami, jejichž obytné budovy neumožňují okamžité obnovení provozu po odstranění následků povodně. Je předpokládána postupná obnova jejich původního bydlení a tedy opouštění nouzového bydlení ve vlnách. V poslední fázi se funkce EDHC mění z nouzového na sociální bydlení. To je využíváno malou částí evakuovaných osob, které nemají dostatek prostředků pro rychlou obnovu vlastního obydlí. Následně se tyto osoby mohou přesunout např. do trvalých budov pro sociální bydlení, které byly skutečně vybudovány během let 2002 a 2003. [81] Postup IZS při zajišťování nouzového bydlení, stav a činnost evakuovaných osob v závislosti na čase jsou shrnuty v následující tabulce.

Tab. 8.3.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám

| Fáze | Čas | | Doba trvání fáze | Stav a činnost evakuovaných osob | Počet evakuovaných osob |
|-------------|----------|----------|------------------|--|-------------------------|
| | od | do | | | |
| evakuace | 0 hod | 24 hod | 24 hod | shromáždění osob na evakuačním místě před začátkem mimořádné události, záchranné práce v průběhu události | 50 000 |
| ubytování | 2. den | 4. den | 2 dny | pobyt osob ve stanech, evakuačních autobusech a veřejných budovách, užívání jednoduchých mobilních hygienických zařízení | 50 000 |
| bydlení – 1 | 4. den | 5. den | 1 den | postupný přesun do PRE-EDHC, obsazení obytných místností | 2 400 |
| bydlení – 2 | 5. den | 3. měsíc | 2 měsíce | obývání plnohodnotných EDHC (15x), odstraňování následků povodně na úrovni města a budov, opravy poškozených budov | 2 400 |
| | | | | přesun části evakuovaných osob do opravených budov, které byly méně poškozené | 800 |
| bydlení – 3 | 3. měsíc | 5. měsíc | 2 měsíce | obývání EDHC (10x) s částečným zajištěním služeb, opravy poškozených budov | 1 600 |
| | | | | přesun části evakuovaných osob do opravených budov, v EDHC zůstávají lidé, jejichž budovy nebyly opraveny z důvodu nedostatku prostředků | 800 / 800 |
| bydlení – 4 | 5. měsíc | 7. měsíc | 2 měsíce | obývání EDHC (5x) bez služeb, opravy poškozených budov nebo opatření jiné formy bydlení | 800 |
| | | | | přesun zbývajících evakuovaných osob do opravených budov, nových bytů nebo trvalých budov pro sociální bydlení | 800 |

Situace vyžaduje nasazení komplexů nouzového bydlení, které umožní dočasné obývání alespoň části evakuovaných osob, a to již v době povodně a dále během odstraňování jejich následků a obnovy poškozených budov. O nasazení EDHC by měl rozhodnout krizový štáb, který zároveň vybere variantu EDHC. V tomto případě je ze zjištěných škod na obytných budovách zřejmé, že budou nasazeny plnohodnotně vybavené dlouhodobé komplexy nouzového bydlení o maximální kapacitě.

Počet EDHC se v průběhu zajištění nouzového bydlení bude snižovat dle skutečného počtu evakuovaných obyvatel, pro které je nutné dále poskytovat nouzové bydlení. Dále se nepředpokládá plnohodnotné vybavení EDHC po celou dobu jejich využívání, protože např. zdravotnická služba ve fázích „bydlení – 3“ a „bydlení – 4“ dle *Tab. 8.3.2* již nebude potřebná.

8.3.3 Použití EDHC








Skupinu komplexů nouzového bydlení je nutné umístit mimo dosah povodně, resp. mimo území poškozeného záplavami, na kterém bude potřeba provádět likvidační práce. Jako vhodná se jeví plocha Letenské pláně, která poskytuje dostatek volného prostoru pro umístění zařízení pro nouzové bydlení, má velké převýšení oproti Vltavě a nachází se v blízkosti částí města, které bylo nutno evakuovat.

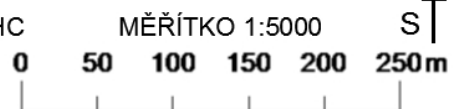
Specifické pro danou situaci je zásobování pitnou vodou a likvidace odpadních vod. Cisternová doprava vody zřejmě nebude vhodná vzhledem k velké potřebě vody a velkému množství míst, které je nutné zásobovat. Je nutné vzít v úvahu možné poruchy veřejné vodovodní a kanalizační sítě v důsledku povodně, proto není od začátku provozu EDHC uvažováno s využitím přípojek, ale s mobilní vodárnou a ČOV. Vodu pro úpravu na pitnou je možné odebírat z řeky (za předpokladu provedení alespoň základního rozboru vody pro ověření jejích vlastností) a přečištěné odpadní vody je možné do řeky opět navracet. Potrubí pro dopravu vody je vedeno přes nábreží Edvarda Beneše, kde kříží tramvajovou trať. V období, kdy by byly poškozeny veřejné sítě, je pravděpodobné, že nebude umožněn ani provoz tramvají v tomto úseku, což znamená, že křížení je možno ponechat povrchové. Pokud by došlo ke zprovoznění tramvajové trati dříve, než opravě veřejného vodovodu a kanalizace, je možné vybudovat dočasnou technickou lávku nad řešenou komunikací. Pokud budou veřejné sítě funkční, předpokládá se využití vodovodních a kanalizačních přípojek namísto vlastní úpravy vody v rámci každého EDHC.

Popsaná situace je schématicky znázorněna na *Obr. 8.3.3.1*. *Obr. 8.3.3.2* ukazuje pohled na zvolenou plochu pro umístění EDHC.



LEGENDA

-  ŘÍČNÍ SÍŤ S VYHLÁŠENÍM ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ (VLTAVA)
-  AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ Q100 (STOLETÉ VODY)
-  ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ Q100 (STOLETÉ VODY)
-  ZAPLAVENÉ ÚZEMÍ V SRPNU 2002
-  MÍSTO NASAZENÍ KOMPLEXU NOUZOVÉHO BYDLENÍ (EDHC)
-  KOMUNIKAČNÍ A MANIPULAČNÍ PROSTOR EDHC
-  TRASA POTRUBÍ NA PŘÍVOD A ODVOD VODY Z EDHC



Obr. 8.3.3.1 Umístění EDHC v případové studii 3, mapový podklad z Povodňového plánu ČR [79]



Obr. 8.3.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 3 [75]

Vybraná varianta komplexu nouzového bydlení obsahuje všechno vybavení ze základního návrhu. Dále je popisován pouze jeden EDHC, který tvoří ucelenou součást celého zařízení pro nouzové bydlení (to se sestává z 15 EDHC).

Základ tvoří 4 objekty nouzového bydlení. Komplex bude obýván relativně velkým počtem osob, kterým je vhodné poskytnout mimo obytných také společenské prostory ve stanech.

Někteří lidé mohou být zranění, nemocní, mohou vyžadovat poskytnutí psychologické pomoci nebo potřebných léků a zdravotních pomůcek. Z toho důvodu by měly být k dispozici zdravotnické kontejnery nebo vozidla v množství odpovídajícím předpokládanému počtu takových osob.

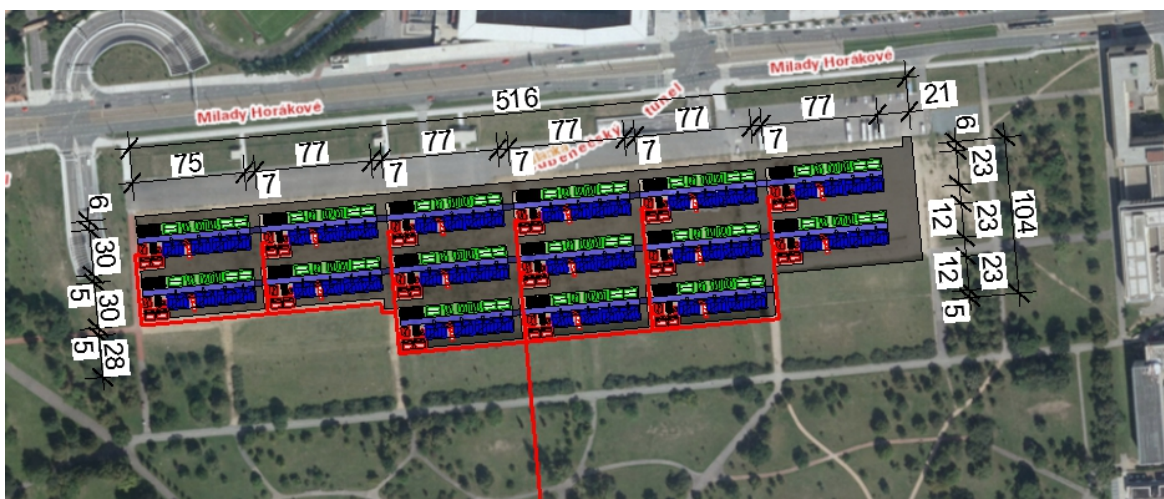
V počáteční fázi nasazení EDHC bude také vhodné zajistit stravování pro evakuované osoby i pro pracovníky zapojené do IZS. Proto by měl být komplex vybaven sestavou kontejnerů varna + výdejna stravy. Vzhledem k tomu, že zvolená lokalita má velmi dobrou dopravní dostupnost (snazší dostupnost zdrojů), je možné v pozdějších fázích nouzového bydlení předpokládat větší samostatnost obyvatel v přípravě stravy (využití kuchyněk v hygienických buňkách).

Každý komplex je vybaven mobilní úpravnou pitné vody a mobilní čistírnou odpadních vod. Podmínky pro jejich provoz je možné uvažovat stejně jako v návrhovém stavu. V pozdějších fázích nouzového bydlení je preferováno nahrazení mobilních zdrojů přípojkami k veřejným sítím.

Jako zdroje energie jsou použity dva energetické kontejnery Alfons a jeden KVET kontejner. Teplo bude v počátečních fázích (v letním období) používáno pro ohřev teplé vody a provoz sestavy varna + výdejna stravy. Elektřina je potřeba ve všech součástech EDHC.

Pro účely správy, plánování (např. zásobování komplexu), ubytování a hygieny pracovníků zapojených do IZS bude EDHC potřeba vybavit armádním velitelským, ubytovacím a sanitárním kontejnerem.

Schéma zařízení pro nouzové bydlení, které se sestává z 15 EDHC s výše popsányi součástmi, je v podobě, v jaké by bylo realizováno, ukázáno na Obr. 8.3.3.3.



LEGENDA

- KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM VOZIDEL, PLOCHY PRO STÁNÍ VOZIDEL IZS
 - KOMUNIKACE S PŘEDNOSTNÍM POHYBEM CHODCŮ
 - KONTEJNERY TVOŘÍCÍ SESTAVY EDHO (60x EDHO ... KAPACITA 2400 OSOB)
 - TECHNICKÉ KONTEJNERY (30x ALFONS, 15x KVET, 15x UMUV 1, 15x MOBILNÍ ČOV)
 - SLUŽBY A SPOLEČNÉ PROSTORY (45x STAN, 15x VARNA + VÝDEJNA STRAVY, 30x ZDRAVOTNICKÝ KONTEJNER)
 - ZÁZEMÍ PRO IZS (15x VELITELSKÝ KONTEJNER, 15x UBYTOVACÍ KONTEJNER, 15x SANITÁRNÍ BUŇKA)
 - CISTERNA S BIOMETANEM
 - TRASA POTRUBÍ NA PŘÍVODA ODVOD VODY Z EDHC
- MĚŘÍTKO 1:5000
- 0 50 100 150 200 250m
- S ↑

Obr. 8.3.3.3 Schéma EDHC nasazených v případové studii 3, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74]

Před začátkem provozu EDHC je nutné odhadnout, jaké bude mít komplex potřeby, a to alespoň v prvotní fázi provozu (dle Tab. 8.3.2 fáze „bydlení – 2“). Provoz EDHC přesahuje do zimního období, kdy je stále plně využita kapacita objektů nouzového bydlení (s potřebou tepla navíc na vytápění), ale nejsou poskytovány služby (odpadá např. potřeba tepla sestavy varna + výdejna stravy).

Na základě výpočtem určených potřeb je pak možné řídit zásobování EDHC. V následujících kapitolách jsou provedeny výpočty potřeb EDHC pro jeden typický den provozu z fáze „bydlení – 2“ dle Tab. 8.3.2. Pro navazující fáze, kdy komplex neobsahuje např. zdravotnickou službu a hromadné stravování, je pak možné odhadnout snížení potřeb oproti plnohodnotnému provozu. V poslední kapitole jsou provedeny orientační výpočty jako podklad pro zásobování komplexu palivem v zimním období (ve fázi „bydlení – 4“ dle Tab. 8.3.2), kdy je provoz EDHC z hlediska potřeby energie výrazně odlišný od prvotní fáze provozu. Na základě toho lze odhadnout, jak se bude měnit potřeba paliva pro provoz EDHC mezi fázemi „bydlení – 2“ a „bydlení – 4“ dle Tab. 8.3.2.

8.3.4 Zásobování vodou a likvidace odpadních vod

Pitnou vodu je nutné dodávat do všech čtyř objektů nouzového bydlení, dále do sanitární buňky pro IZS a do kontejneru varny. Z jmenovaných kontejnerů, resp. sestav, je nutné odvádět odpadní vody k likvidaci v mobilní čistírně odpadních vod.

V řešené fázi nouzového bydlení se jedná o plně obsazený EDHC vybavený mobilní úpravnou vody, tj. z hlediska zásobování pitnou vodou o návrhový stav. Denní potřeba pitné vody bude 24 m³/den (viz Tab. 7.2.1), takže bude plně využívána kapacita mobilní vodárny UMUV 1 (viz kapitola 3.4.2).

Z hlediska likvidace odpadních vod je řešená situace opět návrhovým stavem, protože je komplex nouzového bydlení plně obsazený a je vybaven mobilní čistírnou odpadních vod. Produkované množství odpadních vod je dle Tab. 7.2.2 16,5 m³/den, což odpovídá kapacitě mobilní ČOV (viz kapitola 3.4.3).

Pro evakuované osoby obývající EDHC není nutné zajišťovat cisternovou dopravu pitné vody a odvoz splaškových vod.

8.3.5 Potřeba energie a zásobování palivem pro provoz EDHC v srpnu

Teplu je v řešené fázi situace (1 den v srpnu – viz kapitoly 8.3.1 a 8.3.2) nutné dodávat do sestavy varna + výdejna stravy pro provoz spotřebičů, do sanitární buňky IZS pro ohřev teplé vody a do všech čtyř objektů nouzového bydlení pro ohřev teplé vody. Vytápění není v řešené fázi nouzového bydlení uvažováno pro žádnou součást EDHC.

Potřeba tepla na ohřev teplé vody v EDHO bude odpovídat návrhové hodnotě, protože je uvažováno plné využití kapacity objektu. Denní potřeba tepla je 45,5 kWh. (viz příloha P8). Celkem pro všechny čtyři použité EDHO je potřeba 182 kWh tepla za den.

Teplá voda je dále připravována v sanitární buňce IZS. Denní potřeba tepla byla v návrhovém stavu odhadnuta na hodnotu 201,6 kWh společně pro ohřev teplé vody i pro vytápění (viz kapitola 7.1.1). V této fázi není vytápění uvažováno, proto je návrhová hodnota snížena na 50 kWh.

Denní potřeba tepla pro sestavu varna + výdejna stravy je v návrhovém stavu 333 kWh (viz kapitola 7.1.1). Řešená situace se od návrhové liší pouze v absenci části tepla potřebného pro vytápění kontejnerů. V dalších výpočtech je použita hodnota denní potřeby tepla 270 kWh, která je odhadem snižena oproti návrhovému stavu.

Shrnutí vypočítaných a odhadovaných hodnot je společně s potřebou elektřiny uvedeno v Tab. 8.3.5.1.

Elektřinu využívají všechny použité součásti EDHC, tj. jednotlivé kontejnery a stany. Hodnoty denní potřeby elektrické energie pro provoz spotřebičů a technického zařízení s výjimkou elektrického vytápění stanů jsou převzaty z Tab. 7.1.1.

V případě stanů je v návrhu stanovena denní potřeba elektřiny 360 kWh zároveň pro vytápění a osvětlení (celkem pro všechny 3 použité stany). Pro potřeby této případové studie je uvažována pouze potřeba energie na osvětlení odhadnutou hodnotou 30 kWh/den.

Hodnoty potřeby elektřiny společně s potřebou tepla shrnuje následující tabulka.

Tab. 8.3.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC

| Buňka / sestava | Počet ks | Denní potřeba tepla (kWh) | | Denní potřeba elektřiny (kWh) | |
|--------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | pro 1 ks | pro použitý počet | pro 1 ks | pro použitý počet |
| EDHO | 4 | 45,5 | 182 | 113,2 | 452,8 |
| UMUV 1 | 1 | 0 | 0 | 58,6 | 58,6 |
| ČOV | 1 | 0 | 0 | 99,2 | 99,2 |
| zdravotnický kontejner | 2 | 0 | 0 | 96 | 192 |
| varna + výdejna stravy | 1 | 270 | 270 | 192 | 192 |
| stan | 3 | 0 | 0 | 10 | 30 |
| velitelský/ubytovací kontejner | 2 | 0 | 0 | 64,5 | 129 |
| sanitární buňka IZS | 1 | 50 | 50 | 22,4 | 22,4 |
| | | Celkem | 502 | Celkem | 1176 |

Při známé potřebě elektřiny je nejprve nutné odhadnout její pokrytí energetickými kontejnery Alfons. V tomto případě bude provedeno zjednodušeně pouze na základě měsíční produkce elektřiny z fotovoltaických panelů. Ta je stanovena pomocí výpočtového nástroje PVGIS. [89] Vstupem do výpočtu je umístění fotovoltaické plochy (viz Obr. 8.3.3.1), její špičkový výkon (2x 9,2 kWp – viz kapitola 3.4.1), sklon (45° – viz kapitola 3.4.1) a azimut od jižní orientace (-5° – viz Obr. 8.3.3.3). Výstupem je měsíční produkce elektřiny, která v průběhu srpna činí 2 181 kWh a v průběhu ledna 710 kWh. Měsíc srpen odpovídá fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.3.2, tj. začátku řešeného úseku provozu EDHC, zatímco měsíc leden odpovídá fázi „bydlení – 4“ dle Tab. 8.3.2. Hodnota měsíční produkce elektřiny pro leden je použita pro výpočet v kapitole 8.3.6. Pro fázi řešenou v této kapitole je dále počítáno s měsíční produkcí elektřiny 2 181 kWh. Vydělením této hodnoty počtem dnů v srpnu (31) lze zjednodušeně získat hodnotu denní produkce elektřiny 70 kWh.

Po odečtení energie produkované kontejnery Alfons zůstává denní potřeba 502 kWh tepla a 1 106 kWh elektřiny, kterou musí pokrýt KVET kontejner. Za předpokladu nepřetržitého provozu pouze větší z obou kogeneračních jednotek (viz kapitola 7.1.2) na částečný výkon je možné stanovit tento výkon vydělením denních potřeb energie 24 hodinami. Výsledky jsou v následující tabulce porovnány s možnostmi provozu kogenerační jednotky.

Tab. 8.3.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení

| | Elektrický výkon (kW) | Tepelný výkon (kW) | Příkon v palivu (kW) |
|--|-----------------------|--------------------|----------------------|
| minimální potřebný výkon dle denní potřeby energie | 46,1 | 21,0 | |
| plný výkon kogenerace 1 (100 %) | 75,0 | 104,0 | 209,0 |
| výkon při regulaci dle potřeby elektřiny (61 %) | 46,1 | 63,4 | 127,5 |
| výkon při regulaci dle potřeby tepla (20 %) | 15,0 | 21,0 | 41,8 |

Na základě údajů z Tab. 8.3.5.2 je možné rozhodnout, že provoz KVET zařízení bude regulován dle potřeby elektřiny. Při regulaci podle potřeby tepla by totiž nebyl elektrický výkon dostačující.

V případě kontinuálního provozu během dne by zařízení pracovalo na 61 % svého maximálního výkonu. Tímto poměrem lze přenásobit i příkon kogenerační jednotky v palivu a získat tak množství energie v kWh/h, které je nutné do zařízení dodat. Postupem popsaným v kapitole 7.1.2 (s uvažovanou výhřevností biometanu 20 MJ/m³) je pak možné dopočítat potřebné množství paliva za hodinu a za den.

$$V_h = \frac{Q}{H} = \frac{127,5}{\frac{20}{3,6}} = 22,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_d = V_h \cdot 24 = 550,8 \text{ m}^3/\text{den}$$

Za 1 den ve fázi „bydlení – 2“ dle Tab. 8.3.2 bude nutné formou cisternové dopravy dodat 551 m³ biometanu pro každý z patnácti použitých komplexů nouzového bydlení.

8.3.6 Potřeba energie a zásobování palivem pro provoz EDHC v lednu

Oproti fázi řešené v předchozí kapitole je zde uvažován provoz pouze 5 EDHC, u kterých navíc není předpokládáno poskytování zdravotnické služby a hromadného stravování. Není uvažován provoz mobilní vodárny a mobilní ČOV, protože v této fázi by již měly být využívány přípojky vodovodu a kanalizace. Počet stanů je v této fázi omezený na jeden pro každý EDHC. Ve výpočtu je opět řešen pouze jeden EDHC, coby samostatný celek s vlastními zdroji energie.

Teplu pro vytápění a ohřev teplé vody je nutné dodávat do všech čtyř plně obsazených EDHO a do sanitární buňky IZS. Teplu pouze pro vytápění budou dále potřebovat kontejnery se zázemím pro IZS (velitelský a ubytovací).

Potřeba tepla na vytápění jednoho EDHO je stanovena pomocí výpočtového nástroje, který je popsán v kapitole 4.3.3. Roční potřeba tepla na vytápění by byla 5,7 MWh. Měsíční potřeba tepla na vytápění dosahuje nejvyšší hodnoty právě v lednu, a to 1 549 kWh. Pro výpočet denní potřeby energie je měsíční potřeba zjednodušeně přepočítána vydělením počtem dnů v lednu (31) na 50 kWh/den.

Potřeba tepla na ohřev teplé vody v jednom EDHO zůstává stejná, jako v počáteční fázi, tj. 45,5 kWh (viz kapitola 8.3.5). Pro všechny čtyři provozované objekty nouzového bydlení je potřeba tepla 382 kWh/den. Hodnota zahrnuje teplo potřebné na vytápění i na ohřev teplé vody.

Potřeba tepla pro ostatní součásti EDHC je převzata z Tab. 7.1.1, protože provoz těchto buněk přesně odpovídá návrhovému stavu.

Shrnutí vypočítaných a odhadovaných hodnot je společně s potřebou elektřiny uvedeno v Tab. 8.3.6.1.

Elektřinu využívají všechny použité součásti EDHC, tj. jednotlivé kontejnery a stan. Hodnoty denní potřeby elektrické energie pro provoz spotřebičů a technického zařízení jsou převzaty z Tab. 7.1.1.

Hodnoty potřeby elektřiny společně s potřebou tepla shrnuje následující tabulka.

Tab. 8.3.6.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC

| Buňka / sestava | Počet ks | Denní potřeba tepla (kWh) | | Denní potřeba elektřiny (kWh) | |
|----------------------|----------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | pro 1 ks | pro použitý počet | pro 1 ks | pro použitý počet |
| EDHO | 4 | 95,5 | 382,0 | 113,2 | 452,8 |
| stan | 1 | 0,0 | 0,0 | 120,0 | 120,0 |
| velitelský kontejner | 1 | 117,0 | 117,0 | 64,5 | 64,5 |
| ubytovací kontejner | 1 | 144,0 | 144,0 | 64,5 | 64,5 |
| sanitární buňka IZS | 1 | 201,6 | 201,6 | 22,4 | 22,4 |
| | | Celkem | 844,6 | Celkem | 724,2 |

Produkce elektřiny energetickými kontejnery Alfons je pro měsíc leden odhadnuta na 710 kWh (viz kapitola 8.3.5). Vydělením měsíční produkce elektřiny počtem dnů v lednu (31) lze zjednodušeně získat hodnotu denní produkce elektřiny 23 kWh.

Po odečtení energie produkované kontejnery Alfons zbývá denní potřeba 845 kWh tepla a 701 kWh elektřiny, kterou musí pokrýt KVET kontejner. Za předpokladu nepřetržitého provozu pouze menší z obou kogeneračních jednotek (viz kapitola 7.1.2) na částečný výkon je možné stanovit tento výkon vydělením denních potřeb energie 24 hodinami. Výsledky jsou v následující tabulce porovnány s možnostmi provozu kogenerační jednotky.

Tab. 8.3.6.2 Odhad výkonu KVET zařízení

| | Elektrický výkon (kW) | Tepelný výkon (kW) | Příkon v palivu (kW) |
|--|-----------------------|--------------------|----------------------|
| minimální potřebný výkon dle denní potřeby energie | 29,2 | 35,2 | |
| plný výkon kogenerace 2 (100 %) | 30,0 | 59,0 | 97,0 |
| výkon při regulaci dle potřeby elektřiny (97 %) | 29,2 | 57,2 | 94,1 |
| výkon při regulaci dle potřeby tepla (60 %) | 18,0 | 35,2 | 58,2 |

Na základě údajů z Tab. 8.3.6.2 je možné rozhodnout, že provoz KVET zařízení bude regulován dle potřeby elektřiny. Při regulaci podle potřeby tepla by totiž nebyl elektrický výkon dostačující.

V případě kontinuálního provozu během dne by zařízení pracovalo na 97 % svého maximálního výkonu. Tímto poměrem lze přenásobit i příkon kogenerační jednotky v palivu a získat tak množství energie v kWh/h, které je nutné do zařízení dodat. Postupem popsaným v kapitole 7.1.2 (s uvažovanou výhřevností biometanu 20 MJ/m³) je pak možné dopočítat potřebné množství paliva za hodinu a za den.

$$V_h = \frac{Q}{H} = \frac{94,1}{\frac{20}{3,6}} = 16,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_d = V_h \cdot 24 = 406,6 \text{ m}^3/\text{den}$$

Za 1 den ve fázi „bydlení – 4“ dle Tab. 8.3.2 bude nutné formou cisternové dopravy dodat 407 m³ biometanu pro každý z pěti použitých komplexů nouzového bydlení.

9. Závěr

Zařízení pro nouzové bydlení navržené v této práci nabízí řešení pro zajištění potřeb dlouhodobě evakuovaných osob na kvalitativně vyšší úrovni oproti nouzovému ubytování používanému v současné době.

Navrženým systémem je univerzální komplex nouzového bydlení. Je možné ho použít pro různé typy mimořádných událostí a krizových stavů, v různých variantách dle potřebné kapacity, prostorového uspořádání a doby trvání provozu. Je univerzálně umístitelný do prostoru, který je dobře dostupný pro evakuované osoby, ale je z dosahu působení účinků mimořádné události. Při umísťování je třeba přihlídnout mimo samotné mimořádné události také ke konfiguraci terénu a aktuálnímu využití potenciální plochy pro komplex nouzového bydlení. Možnosti umístění naopak nejsou limitované vedením veřejných sítí v dané lokalitě, komplex může být provozován zcela nezávisle na veřejných sítích. Dle místních podmínek a zvolené varianty pak může být závislý na zásobování palivem, vodou a odvozu odpadních vod formou cisternové dopravy. Výhodou je také velmi snadné uvedení plochy, na které byl komplex provozován, do původního stavu.

Komplex nouzového bydlení je tvořen mobilními buňkami a jejich sestavami. Představují je buňky navržené v této práci i buňky existující, používané v současné době nejen pro opatření nouzového přežití. Všechny součásti jsou řešeny tak, aby je bylo možné snadno a relativně často transportovat.

Navržené buňky a jejich sestavy nejsou zcela konkurenčním výrobkem pro v současnosti dostupné systémy. Kontejnery se specifickými funkcemi aktuálně používané Armádou České republiky jsou naopak vhodně začleněny do navrženého komplexu. Řešení představená v této práci jsou určena k rozšíření vybavení složek IZS a s již používanými zařízeními se mají doplňovat.

Při návrhu komplexu i jeho jednotlivých součástí byl kladen důraz na reálnou použitelnost nejen v současné době, ale zejména v budoucnosti příštími generacemi. Proto bylo postupováno v souladu s obecnými požadavky udržitelného rozvoje v jeho třech základních pilířích.

Komplex nouzového bydlení má minimalizovaný dopad na životní prostředí, a to jak z hlediska provozního, tak i z hlediska pořízení a likvidace jeho součástí. U navržených prvků komplexu (jednotlivých buněk a jejich sestav) byla provedena environmentální optimalizace na úrovni úvahy o východiscích pro jejich řešení. V případě existujících prvků (armádních kontejnerů) byly provedeny drobné úpravy výrobků s cílem zajistit hospodárnější využití energie a omezit nutnost využívání fosilních paliv.

Úpravy, které byly provedeny pro kontejnery využívané v současné době, výrazně neovlivňují výrobní postupy a výrazně nezvyšují náklady na jejich pořízení. Při jejich provozování je dosaženo větších úspor energie. V případě navržených součástí komplexu nouzového bydlení byl kladen důraz na snížení provozních a zejména pořizovacích nákladů. Technická zařízení v buňkách jsou řešena tak, aby byly minimalizovány náklady na jejich pořízení i provoz, ale zároveň tak, aby nebyly omezeny jejich důležité funkce v návaznosti na sociální kritéria udržitelného rozvoje.

Pravděpodobně největší zlepšení, kterého dosahují navržená řešení oproti stávajícím systémům, je možné sledovat v oblasti sociálního pilíře udržitelného rozvoje. Objekt nouzového bydlení poskytuje prostory, které se v mnoha specifikách blíží běžným prostorům v obytných budovách. Význam má zejména přímá návaznost hygienického zařízení na obytné prostory a zajištění hygienicky nezávadného vnitřního prostředí v obytných buňkách. Namísto přežívání v nouzových podmínkách je tak evakuovaným osobám možno nabídnout nouzové bydlení, které je jen v některých ohledech méně komfortní, než běžné trvalé bydlení.

Tématům souvisejícím s nouzovým bydlením je vhodné se dále věnovat a zvyšovat tak připravenost společnosti na řešení mimořádných událostí. Systém nouzového bydlení představený v této práci rozhodně není jediným a finálním řešením této problematiky.

Jednotlivé části práce by bylo vhodné v rámci dalšího vývoje rozpracovat. V práci není obsaženo množství detailů, jejichž návrh by vyžadoval podrobnější přístup. Některé dílčí závěry je třeba ověřit detailnějším návrhem, simulacemi nebo zkouškami na funkčních prototypech. Obsah diplomové práce je proto otevřený dalšímu výzkumu.

P1. Statický výpočet konstrukce EDHU

P1.1 Výpočet zatížení

| zatížení přenášené jedním sloupem EDHO v rozloženém stavu | | | |
|---|---|-------|-------------------|
| maximální hmotnost buňky | m | 9t | |
| <i>zjednodušení: počítáno s celou buňkou, i když např. sloupy nepřenáší vlastní tíhu podlahy 1.NP</i> | | | |
| <i>(g = 10 m/s² ... tíhové zrychlení, n = 4 ... počet sloupů)</i> | $G_k = \frac{m \cdot g}{n}$ | | |
| charakteristické zatížení na 1 sloup od konstrukcí buňky | G_k | 22,50 | kN |
| součinitel spolehlivosti zatížení | γ_f | 1,35 | |
| | $G_d = G_k \cdot \gamma_f$ | | |
| návrhové zatížení na 1 sloup od konstrukcí buňky | G_d | 30,38 | kN |
| charakteristické užité zatížení dle ČSN EN 1991-1-1 | q_k | 2,00 | kN/m ² |
| součinitel spolehlivosti zatížení | γ_f | 1,50 | |
| | $q_d = q_k \cdot \gamma_f$ | | |
| návrhové užité zatížení | q_d | 3,00 | kN/m ² |
| plocha podlahy | A_floor | 11,17 | m ² |
| | $Q_d = \frac{q_d \cdot A_{floor}}{n}$ | | |
| návrhové užité zatížení na 1 sloup | Q_d | 8,38 | kN |
| charakteristické zatížení sněhem – maximum dané VII. oblastí | s_k | 4,00 | kN/m ² |
| tvárový součinitel zatížení sněhem (plochá střecha) | μ_1 | 0,8 | |
| součinitel expozice (chráněná krajina) | C_e | 1,2 | |
| tepelný součinitel | C_t | 1 | |
| | $s = s_k \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t$ | | |
| návrhové zatížení sněhem | s | 3,84 | kN/m ² |
| plocha střechy | A_roof | 14,77 | m ² |
| | $S = \frac{s \cdot A_{roof}}{n}$ | | |
| návrhové zatížení sněhem na 1 sloup | S | 14,18 | kN |
| | $N_{Ed} = G_d + Q_d + S$ | | |
| normálová síla v patě sloupu | N_Ed | 52,93 | kN |

| zatížení přenášené jedním úhelníkem vodorovného rámu EDHU v montážním stavu | | | |
|---|------------------------------|------|------|
| střešní dílec - hmotnost | m | 1200 | kg |
| <i>(g = 10 m/s² ... tíhové zrychlení, l = 6 m ... rozpětí nosníků)</i> | $g_k' = \frac{m \cdot g}{l}$ | | |
| - celkové charakteristické zatížení | g_k' | 2,00 | kN/m |
| <i>(n = 2 ... počet nosníků, které přenáší zatížení)</i> | $g_k = \frac{g_k'}{n}$ | | |
| - charakteristické zatížení na 1 nosník | g_k | 1,00 | kN/m |
| 1 dílec podélné stěny - hmotnost | m | 380 | kg |
| <i>(g = 10 m/s² ... tíhové zrychlení, l = 6 m ... rozpětí nosníku)</i> | $g_k' = \frac{m \cdot g}{l}$ | | |
| - celkové charakteristické zatížení | g_k | 0,63 | kN/m |
| horní příčné stěny - hmotnost | m | 410 | kg |
| <i>(g = 10 m/s² ... tíhové zrychlení, l = 6 m ... rozpětí nosníku)</i> | $g_k' = \frac{m \cdot g}{l}$ | | |
| - celkové charakteristické zatížení | g_k' | 0,68 | kN/m |
| <i>(n = 2 ... počet nosníků, které přenáší zatížení)</i> | $g_k = \frac{g_k'}{n}$ | | |
| - charakteristické zatížení na 1 nosník | g_k | 0,34 | kN/m |
| (pokračování na další stránce) | | | |

| zatížení přenášené jedním úhelníkem vodorovného rámu EDHU v montážním stavu (pokračování) | | | |
|--|---|-----------------------------------|-----------|
| úhelník | - hmotnost | m | 17,8 kg/m |
| | $(g = 10 \text{ m/s}^2 \dots \text{ tíhové zrychlení})$ | $g_k = m \cdot g$ | |
| | - charakteristická vlastní tíha | g_k | 0,18 kN/m |
| | | $g_{k,celk} = \sum g_k$ | |
| celkové charakteristické zatížení na 1 nosník ze všech dílců | | $g_{k,celk}$ | 2,15 kN/m |
| součinitel spolehlivosti zatížení | | γ_f | 1,35 |
| | | $g_d = g_{k,celk} \cdot \gamma_f$ | |
| celkové návrhové zatížení na 1 nosník | | g_d | 2,91 kN/m |

P1.2 Návrh a posouzení sloupu

Sloup je navržen a posouzen zjednodušeně jako prizmatický prut, který je tvořen nejmenší trubkou na celou výšku sloupu (viz Obr. 5.2.3.1 v kapitole 5.2.3).

| návrhová vzpěrná únosnost sloupu | | | |
|--|----------------------------|---|-----------------|
| pro sloup bez kotvení | | | |
| pevnostní třída oceli | | S355 | |
| mez kluzu | f_y | 355 | MPa |
| modul pružnosti | E | 210 | GPa |
| součinitel spolehlivosti | γ_{M1} | 1 | |
| návrh průřezu | | | |
| | válcovaná čtvercová trubka | 60x60x2,9 | mm |
| <i>s ohledem na proveditelnost spoje min. 60 x 60 mm</i> | | | |
| plocha průřezu | A | 653 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | i | 23,2 | mm |
| křivka vzpěrné pevnosti | | a | |
| výška sloupu (délka prutu) | | | |
| | l | 2,75 | m |
| | | $l_{cr} = \beta \cdot l$ | |
| vzpěrná délka (uvažováno kloubové uložení na obou koncích ... $\beta = 1$) | l_{cr} | 2,75 | m |
| | | $\lambda = \frac{l_{cr}}{i}$ | |
| štíhlost pro rovinný vzpěr | λ | 118,5 | |
| | | $\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ | |
| | λ_1 | 76,41 | |
| | | $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$ | |
| poměrná štíhlost pro rovinný vzpěr | $\bar{\lambda}$ | 1,55 | |
| součinitel vzpěrnosti odpovídající $\bar{\lambda}$ a křivce vzpěrné pevnosti | χ | 0,352 | |
| | | $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ | |
| návrhová vzpěrná únosnost | $N_{b,Rd}$ | 81,60 | kN |

posouzení vzpěrné únosnosti sloupu

| | | |
|----------|--------|------------|
| N_{Ed} | \leq | $N_{b,Rd}$ |
| 52,93 | \leq | 81,60 kN |

vyhovuje požadavkům 1.MS

| návrhová vzpěrná únosnost sloupu | | | |
|--|---|---------------|-----------------|
| pro sloup kotvený ve třetinách výšky | | | |
| pevnostní třída oceli | | S355 | |
| mez kluzu | f_y | 355 | MPa |
| modul pružnosti | E | 210 | GPa |
| součinitel spolehlivosti | γ_{M1} | 1 | |
| návrh průřezu | válcovaná čtvercová trubka | 60x60x2,9 | mm |
| <i>s ohledem na proveditelnost spoje min. 60 x 60 mm</i> | | | |
| plocha průřezu | A | 653 | mm ² |
| poloměr setrvačnosti | i | 23,2 | mm |
| křivka vzpěrné pevnosti | | a | |
| výška sloupu (délka prutu) | l | 0,92 | m |
| | $I_{cr} = \beta \cdot l$ | | |
| vzpěrná délka (uvažováno kloubové uložení na obou koncích ... $\beta = 1$) | l_{cr} | 0,92 | m |
| | $\lambda = \frac{l_{cr}}{i}$ | | |
| štíhlost pro rovinný vzpěr | λ | 39,7 | |
| | $\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ | | |
| | λ_1 | 76,41 | |
| | $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$ | | |
| poměrná štíhlost pro rovinný vzpěr | $\bar{\lambda}$ | 0,52 | |
| součinitel vzpěrnosti odpovídající $\bar{\lambda}$ a křivce vzpěrné pevnosti | χ | 0,918 | |
| | $N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$ | | |
| návrhová vzpěrná únosnost | $N_{b,Rd}$ | 212,81 | kN |

posouzení vzpěrné únosnosti sloupu

| | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| N_{Ed} | \leq | $N_{b,Rd}$ |
| 52,93 | \leq | 212,81 kN |

vyhovuje požadavkům 1.MS

P1.3 Návrh a posouzení montážního šroubového spoje

Je navržen stříhem namáhaný šroub se závitem po celé délce dřívku, který je určený k zašroubování do závitu ve stěně trubky (viz Obr. 5.2.3.3 v kapitole 5.2.3).

| únosnost spojovacího prostředku v místě spoje sloupu | | | |
|---|---|----------------------------|-----------------|
| spojovací prostředek | | křídlový šroub M12x100 8.8 | |
| mez pevnosti materiálu šroubu | f_{ub} | 800 | MPa |
| součinitel spolehlivosti | γ_{M2} | 1,25 | |
| plocha jádra šroubu | $A_{S,1}$ | 84,3 | mm ² |
| <i>šroub je dvojstřížný... započítán dvojnásobek plochy</i> | A_S | 168,6 | mm ² |
| | $F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot A_S \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}}$ | | |
| únosnost šroubu ve stříhu | $F_{v,Rd}$ | 64,74 | kN |
| (pokračování na další stránce) | | | |

| únosnost spojovacího prostředku v místě spoje sloupu | | |
|--|--|----------|
| (pokračování) | | |
| průměr otvoru pro šroub | d ₀ | 13 mm |
| průměr šroubu | d | 12 mm |
| vzdálenost ke konci trubky (svisle) (min. 16 mm) | e ₁ | 16 mm |
| vzdálenost k hraně trubky (vodorovně) (min. 16 mm) | e ₂ | 30 mm |
| mez pevnosti materiálu trubky | f _u | 490 MPa |
| nejmenší tloušťka spojovaných prvků | t ₁ | 5,9 mm |
| trubku s tloušťkou stěny 2,9 mm je v místě spoje nutno zesílit 3 mm plechem | | |
| síla rozložena na 2 plechy... dvojnásobná tloušťka | t | 11,8 mm |
| mezivýpočet: k ₁ | | |
| | 2,8 (e ₂ / d ₀) - 1,7 | 4,8 |
| | 2,5 | 2,5 |
| | $k_1 = \min \left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right)$ | |
| | k ₁ | 2,5 |
| mezivýpočet: a _b | | |
| | e ₁ / (3 d ₀) | 0,41 |
| | f _{ub} / f _u | 1,63 |
| | 1 | 1,00 |
| | $a_b = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right)$ | |
| | a _b | 0,41 |
| | $F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$ | |
| únosnost šroubu v otláčení | F _{b,Rd} | 56,93 kN |

| posouzení šroubového spoje | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------------|--|-----------------|---|-------------------|
| | střih | | | otlačení | | |
| N _{Ed} | ≤ | F _{v,Rd} | | N _{Ed} | ≤ | F _{b,Rd} |
| 52,93 | ≤ | 64,74 kN | | 52,93 | ≤ | 56,93 kN |

vyhovuje požadavkům 1.MS

vyhovuje požadavkům 1.MS

P1.4 Posouzení svarů příložek u šroubového spoje

Zesílení trubek v místě šroubového spoje je provedeno příložkami z plechu o tloušťce 3 mm a šířce 50 mm. Spojení příložky s trubkou je zajištěno přivařením příložky při horním a spodním okraji. Je posouzen prakticky proveditelný svar s účinnou výškou 3 mm.

| posouzení svaru v místě spoje sloupu | | |
|---|--|-----------|
| účinná výška svaru | a _w | 3 mm |
| délka svaru | L _w | 200 mm |
| <i>svar po dvou stranách plechu (2x 50 mm), síla je roznesena mezi 2 plechy</i> | | |
| tangenciální napětí rovnoběžné s osou svaru | τ _{rovn.} | 0 MPa |
| <i>svar je zatížený kolmo k ose svaru (ve svislém směru)</i> | | |
| | $\sigma_{kolmé} = \frac{N_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w}$ | |
| normálové napětí kolmo k ose svaru | σ _{kolmé} | 62,38 MPa |
| | $\tau_{kolmé} = \frac{N_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot a_w \cdot L_w}$ | |
| tangenciální napětí kolmo k ose svaru | τ _{kolmé} | 62,38 MPa |
| mez pevnosti spojovaného materiálu | f _u | 490 MPa |
| korelační součinitel | β _w | 0,9 |
| součinitel spolehlivosti | γ _{M2} | 1,25 |
| (pokračování na další stránce) | | |

posouzení svaru v místě spoje sloupu

(pokračování)

podmínka 1

$$\sqrt{\sigma_{\text{kolmé}}^2 + 3(\tau_{\text{kolmé}}^2 + \tau_{\text{rovnoběžné}}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

| | | |
|--------|---|------------|
| 124,76 | ≤ | 435,56 MPa |
|--------|---|------------|

vyhovuje požadavkům 1.MS

podmínka 2

$$\sigma_{\text{kolmé}} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

| | | |
|-------|---|------------|
| 62,38 | ≤ | 392,00 MPa |
|-------|---|------------|

vyhovuje požadavkům 1.MS

P1.5 Návrh a posouzení vodorovného úhelníku v montážním stavu

Vodorovný úhelník působí jako samostatný ohýbaný nosník pouze ve stavu rozkládání a skládání buňky (viz kapitola 5.2.2). Posouzení je provedeno zjednodušeně pouze ověřením splnění požadavku na únosnost v prostém ohybu.

posouzení únosnosti vodorovného úhelníku v montážním stavu

| | | |
|--|------------------------|---|
| délka nosníku | l | 5,8 m |
| <i>(prostý nosník zatížený pouze vlastní tíhou příslušných dílců buňky – viz výpočet zatížení v kapitole P1.1)</i> | | |
| | | $M_{Ed} = \frac{g_d \cdot l^2}{8}$ |
| ohybový moment od zatížení | M _{Ed} | 12,22 kNm |
| pevnostní třída oceli | | S355 |
| mez kluzu | f _y | 355 MPa |
| součinitel spolehlivosti | γ _{M0} | 1 |
| průřez | nerovnoramenný úhelník | L 120 x 80 x 12 mm |
| třída průřezu | | 3 |
| pružný průřezový modul | W _{y,el} | 40370 mm ³ |
| | | $M_{c,Rd} = \frac{W_{y,el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$ |
| momentová únosnost v prostém ohybu | M _{c,Rd} | 14,33 kNm |

posouzení

| | | |
|-----------------|---|-------------------|
| M _{Ed} | ≤ | M _{c,Rd} |
| 12,22 | ≤ | 14,33 kNm |

P1.6 Shrnutí výsledků statického výpočtu**Zatížení**

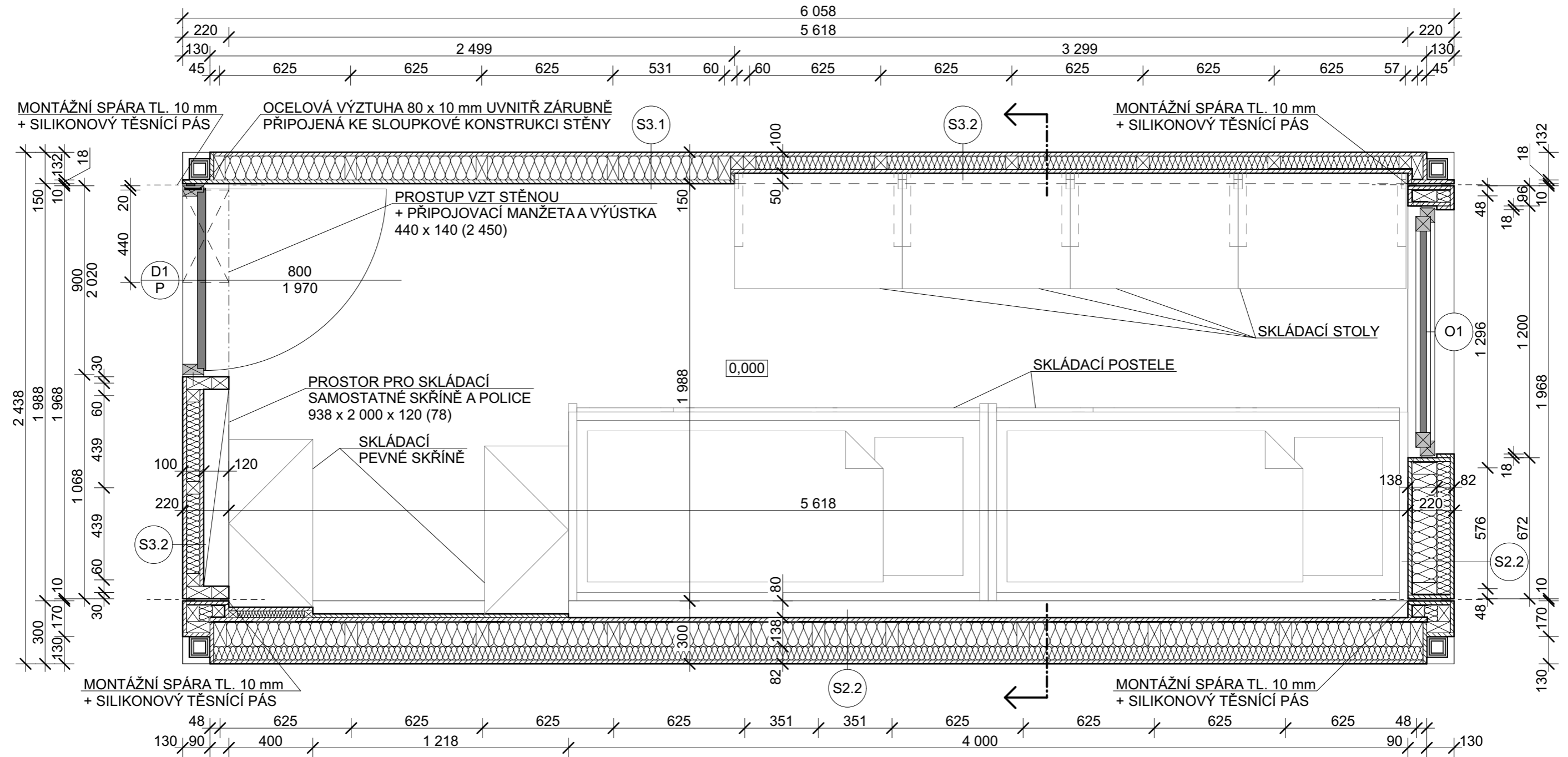
- normálová síla přenášená jedním sloupem: N_{Ed} = 53 kN
- spojitě zatížení na nosník vodorovného rámu: g_d = 2,91 kN/m

Sloup

- průřez nejmenší části sloupu: válcovaná čtvercová trubka 60 x 60 x 2,9 mm, ocel S355
- šroub montážního spoje sloupu: křídlový šroub M12x100 8.8
- zesílení trubky v místě otvoru pro šroub: plech o rozměrech 50 x 44 mm, tloušťka 3 mm
- koutový svar mezi stěnou trubky a plechovou příložkou: účinná výška 3 mm, délka 4x 50 mm

Nosník vodorovného rámu

- průřez posouzený v montážním stavu: nerovnoramenný úhelník L 120 x 80 x 12 mm



S2.2 VNĚJŠÍ STĚNA - ČÁST BEZ PŘEDSTĚNY
(int)

- KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 120 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 120 mm
- KOSTRA FASÁDY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 64 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 64 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S3.1 VNITŘNÍ STĚNA - ČÁST BEZ NÁBYTKU
(int)

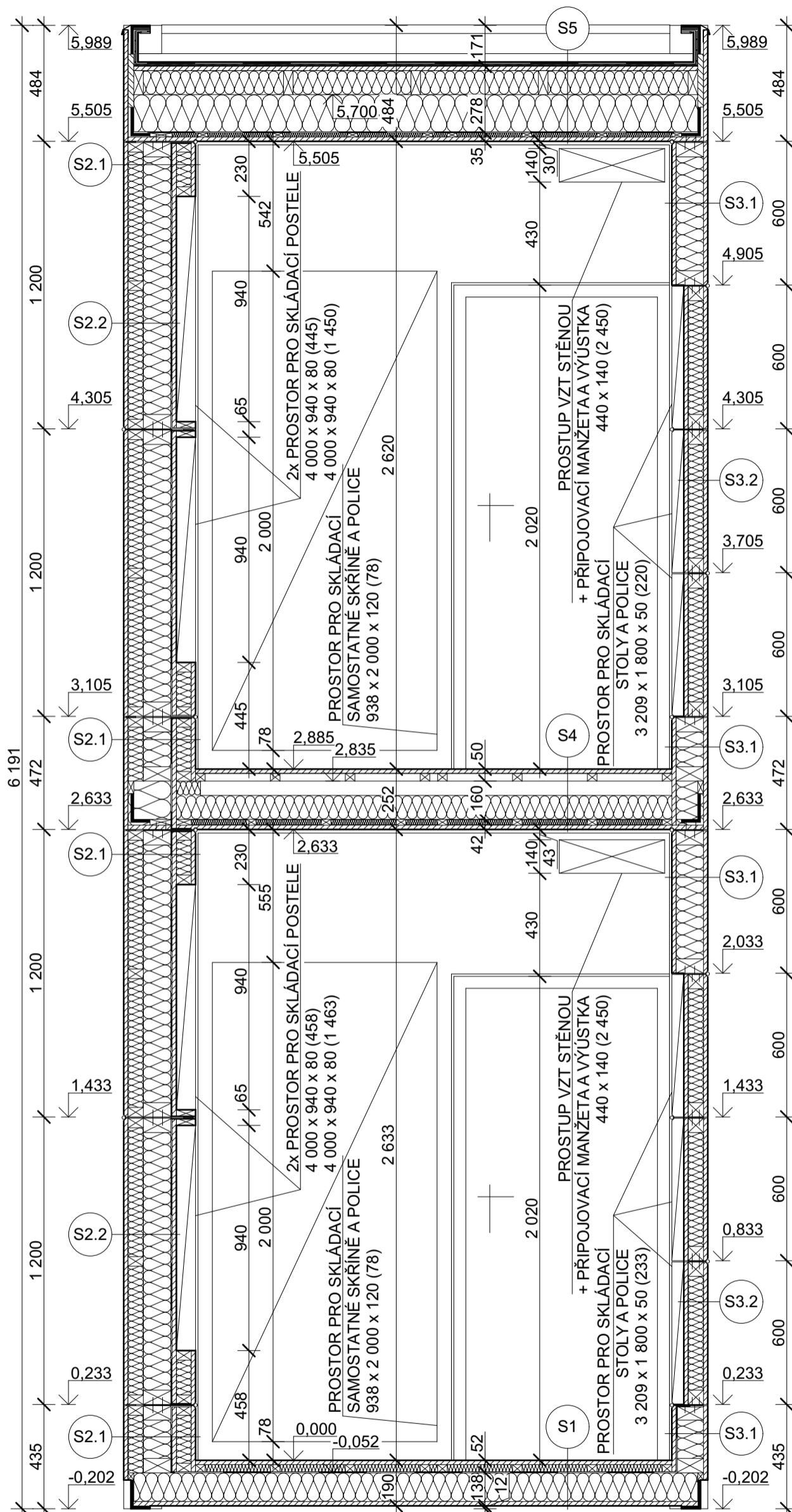
- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ A KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 114 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 114 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S3.2 VNITŘNÍ STĚNA - ČÁST S NÁBYTKEM
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ A KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 64 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 64 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

PŘÍLOHA Č. 2
VÝKRES P2.1

PŮDORYS EDHU
M 1:20



S2.1 VNĚJŠÍ STĚNA - ČÁST S PŘEDSTĚNOU
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- KOSTRA PŘEDSTĚNY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 62 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 62 mm
- KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 120 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 120 mm
- KOSTRA FASÁDY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 64 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 64 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S2.2 VNĚJŠÍ STĚNA - ČÁST BEZ PŘEDSTĚNY
(int)

- KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 120 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 120 mm
- KOSTRA FASÁDY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 64 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 64 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S3.1 VNITŘNÍ STĚNA - ČÁST BEZ NÁBYTKU
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ A KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 114 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 114 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S3.2 VNITŘNÍ STĚNA - ČÁST S NÁBYTKEM
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ A KONSTRUKČNÍ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- SLOUPKOVÁ KONSTRUKCE Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 64 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 64 mm
- VNĚJŠÍ FASÁDNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

S4 VNITŘNÍ STROPNÍ KONSTRUKCE
(2.NP)

- NÁŠLAPNÁ A ROZNÁŠECÍ DESKA PODLAHY - PACKWALL, TL. 18 mm
- ROZNÁŠECÍ ROŠT PODLAHY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 32 mm
- STROPNÍ NOSNÍKY Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 160 mm + AKUSTICKÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 100 mm
- KOSTRA PODHLEDU Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 24 mm + AKUSTICKÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY TL. 24 mm
- SPODNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm (1.NP)

S5 KONSTRUKCE STŘECHY
(ext)

- HYDROIZOLACE Z PVC-P, MECHANICKY KOTVENÁ TL. 1,5 mm
- GEOTEXILIE, TL. 5 mm
- DESKOVÝ ZÁKLUP STŘEŠNÍ KONSTRUKCE - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm
- DŘEVĚNÉ SPÁDOVÉ KLÍNY Z ŘEZIVA 40 x 150 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 40 - 150 mm
- STROPNÍ NOSNÍKY Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 160 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 160 mm
- PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
- KOSTRA PODHLEDU Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 17 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 17 mm
- SPODNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm (int)

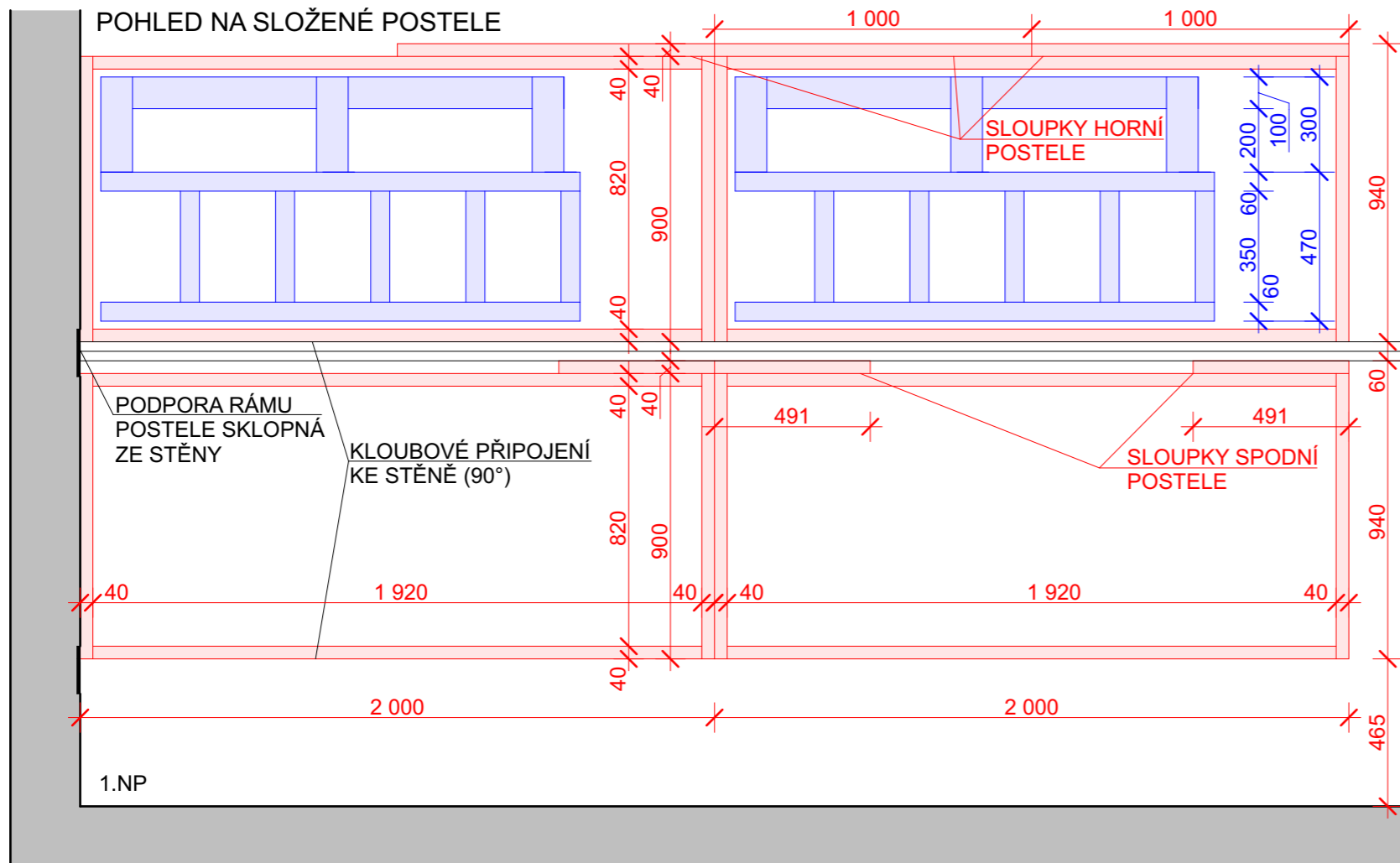
S1 PODLAHA A STROP NAD VENKOVNÍM PROSTOREM
(int)

- NÁŠLAPNÁ A ROZNÁŠECÍ DESKA PODLAHY - PACKWALL, TL. 18 mm
- ROZNÁŠECÍ ROŠT PODLAHY Z DŘEVĚNÝCH LATÍ 40 x 34 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 34 mm
- PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
- STROPNÍ NOSNÍKY Z KONSTRUKČNÍCH HRANOLŮ 60 x 120 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z FOUKANÉ CELULÓZY, TL. 120 mm
- VNĚJŠÍ POHLEDOVÁ A KONSTRUKČNÍ DESKA - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm (ext)

PŘÍLOHA Č. 2
VÝKRES P2.2

PŘÍČNÝ ŘEZ EDHU

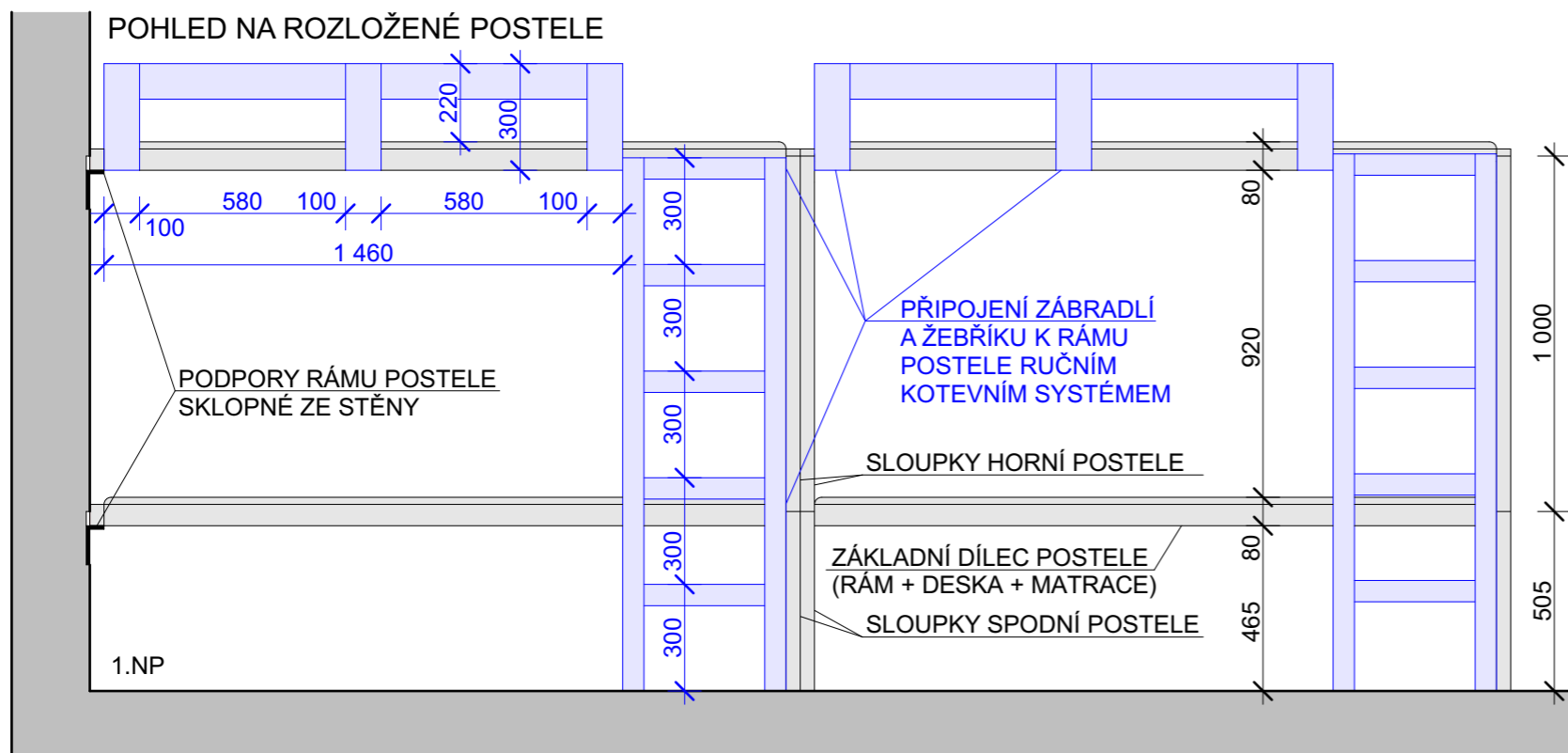
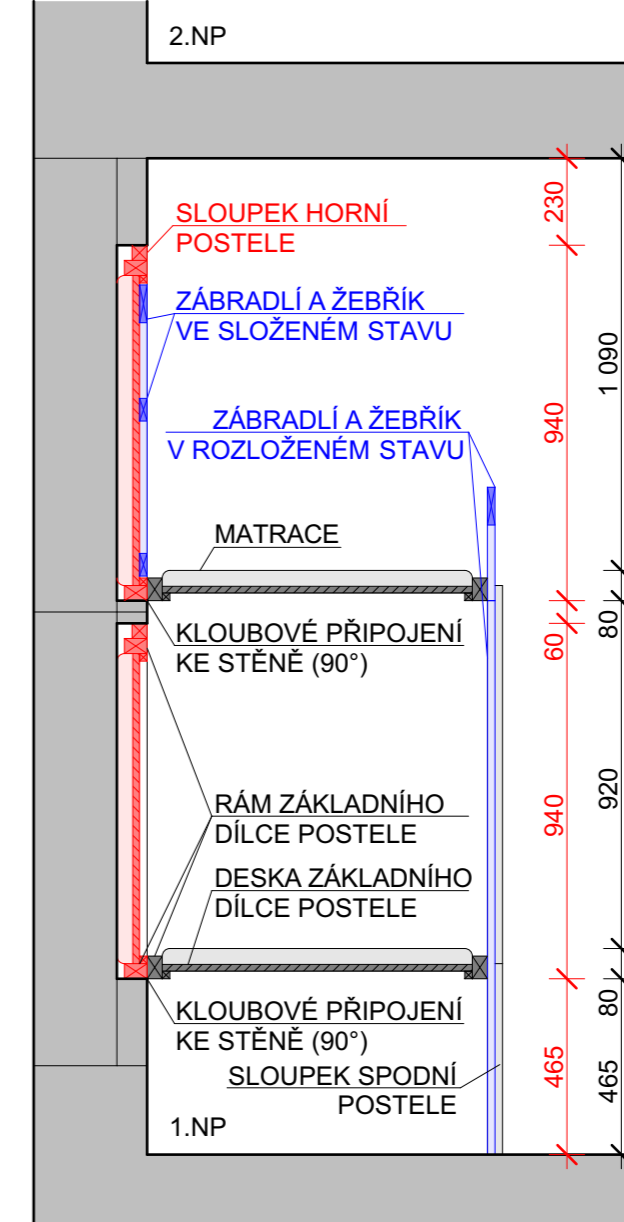
M 1:20



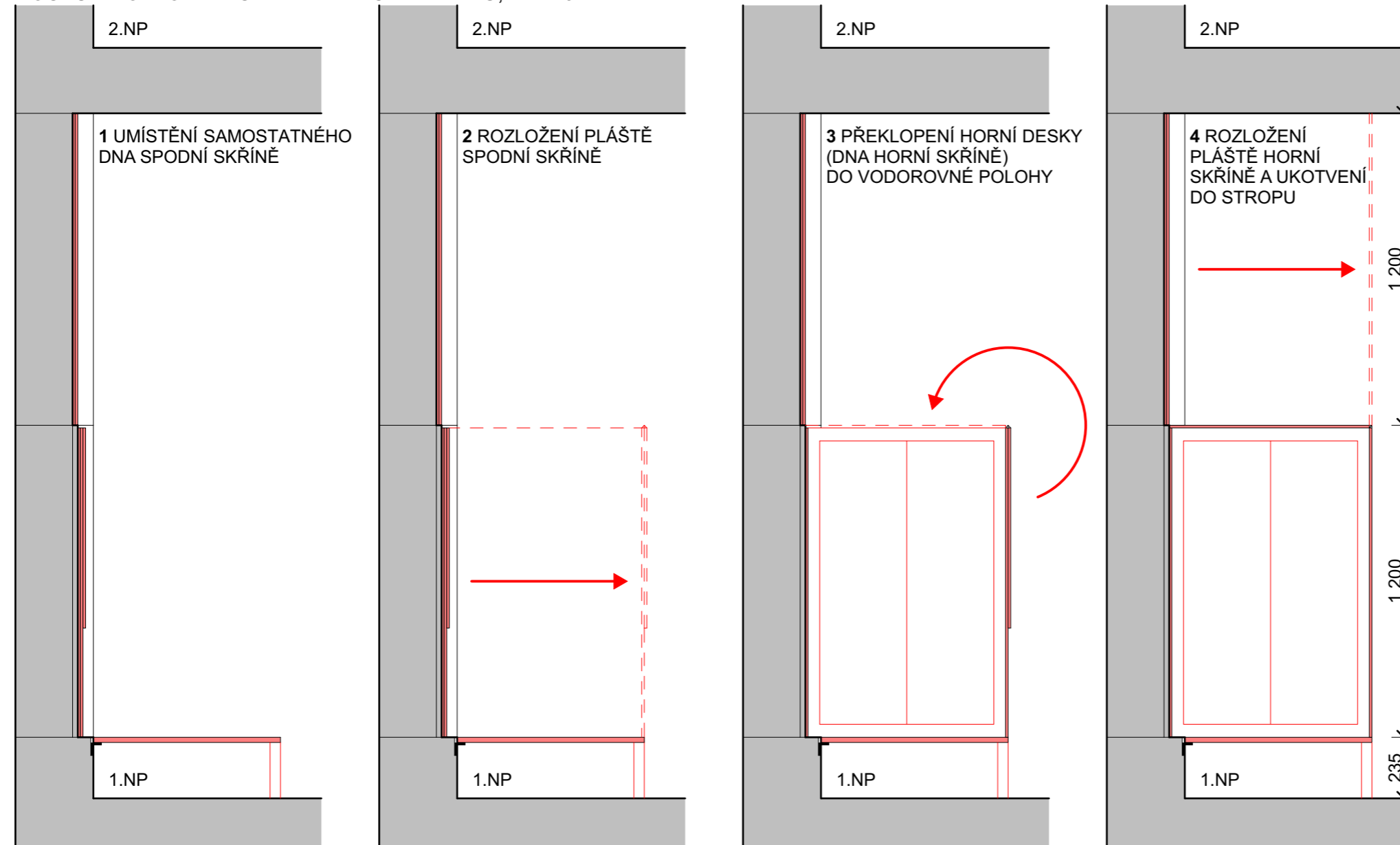
LEGENDA

- POSTELE V ROZLOŽENÉM STAVU, OKOLNÍ KONSTRUKCE
- POSTELE VE SLOŽENÉM STAVU
- SAMOSTATNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

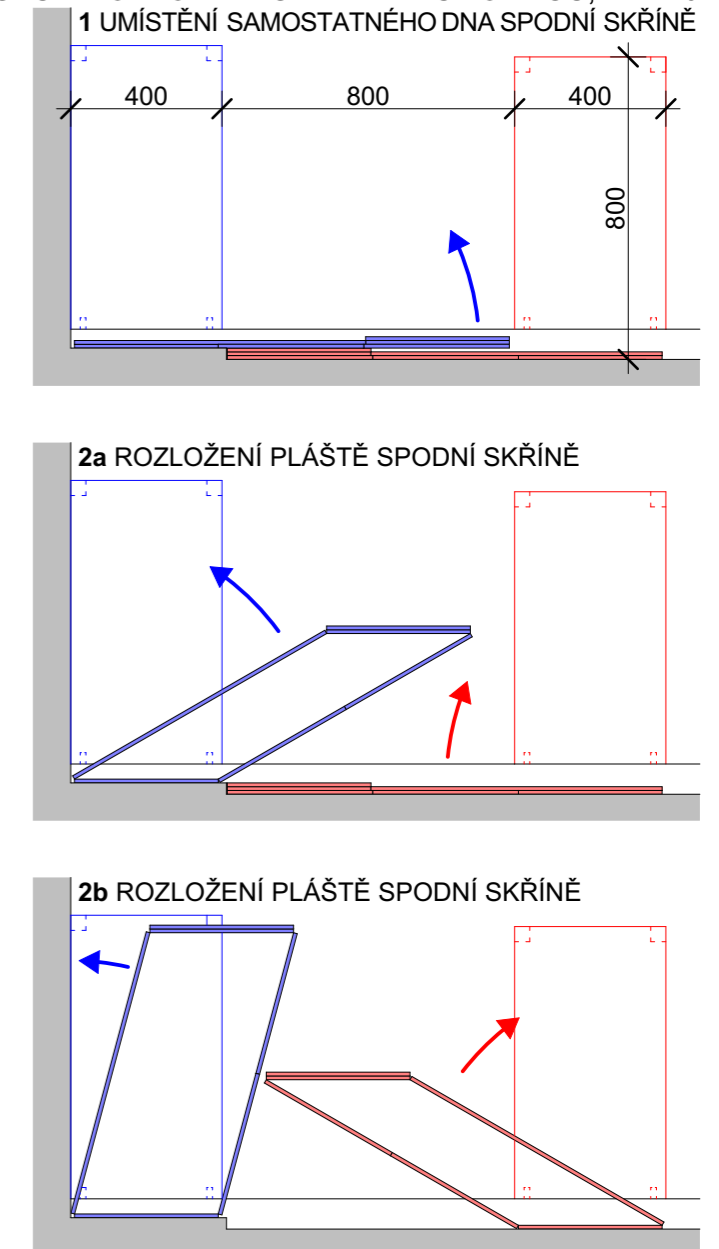
PŘÍČNÝ ŘEZ POSTELEMI



POSTUP ROZLOŽENÍ SKŘÍNĚ V PŘÍČNÉM ŘEZU, M 1:20



POSTUP ROZLOŽENÍ SKŘÍNĚ V PŮDORYSU, M 1:20



PŮDORYS KONSTRUKCE SKŘÍNĚ, M 1:10

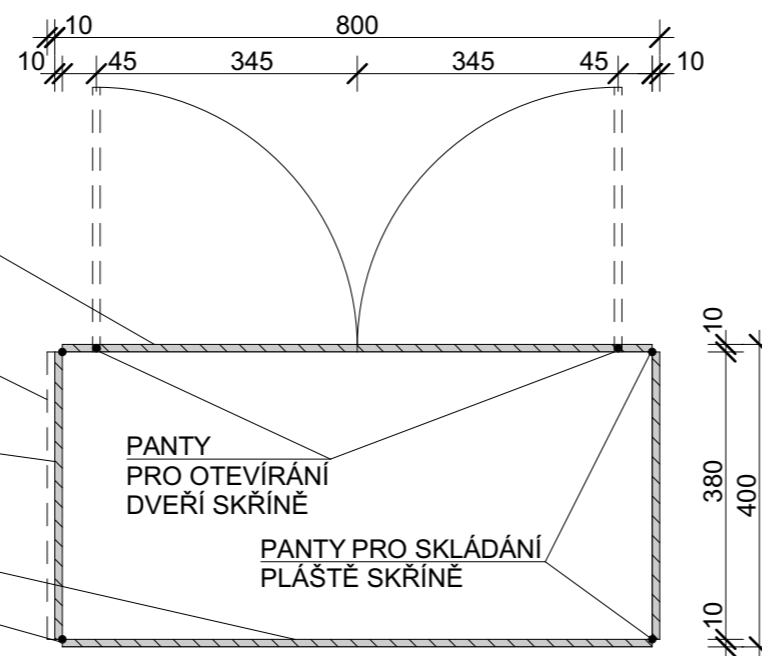
DVEŘE SOUČÁSTÍ CELISTVÉ PŘEDNÍ DESKY, KTERÁ PLNÍ FUNKCI DVEŘNÍHO RÁMU

HORNÍ DESKA URČENÁ K PŘEKLOPENÍ O 270° DO VODOROVNÉ POLOHY, KDE PAK PLNÍ FUNKCI DŇA HORNÍ SKŘÍNĚ

BOČNÍ DESKA

ZADNÍ DESKA

PRÁZDNÝ ROH MEZI DESKAMI PLÁŠTĚ SKŘÍNĚ, KTERÝ UMOŽŇUJE VZÁJEMNÉ POOTOČENÍ DESEK O 90° (PANT MUSÍ BÝT INTEGROVANÝ UVNITŘ DESEK)



PŘÍLOHA Č. 3
VÝKRES P3.2

VÝKRES SKLÁDACÍCH SKŘÍNĚ
M 1:10, 1:20

P4. Výkaz výměr a odhad ceny EDHU

Tab. P4.1 Rozměrové a hmotnostní parametry a odhad ceny jednotlivých dílců EDHU (část 1/3)

| Dílec / část | Počet | Materiál | Umístění / funkce | Rozměry | | Plocha | Objem | Hmotnost | | Hmotnost | Jednotková cena | | Cena | |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------|--|---------|------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------|------|
| | | | | | | | | plošná | objemová | | za m ² | za m ³ | | |
| | ks | | | mm | | m ² | m ³ | kg/m ² | kg/m ³ | kg | Kč/m ² | Kč/m ³ | Kč | |
| podlaha | 1 | PackWall | nášlapná a roznášecí vrstva podlahy | 5680 | 1988 | 18 | 11,29 | 0,203 | | 753 | 153 | 143 | 1615 | |
| | | PackWall | vnitřní pohledová deska předstěny | 5680 | 273 | 18 | 1,55 | 0,028 | | 753 | 21 | 143 | 222 | |
| | | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce soklu | 12066 | 273 | 18 | 3,29 | 0,059 | | 753 | 45 | 143 | 471 | |
| | | upravený PackWall | vnější (spodní) deska podlahy | 5978 | 2358 | 18 | 14,10 | 0,254 | | 753 | 191 | 143 | 2016 | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska soklu | 12680 | 321 | 18 | 4,07 | 0,073 | | 753 | 55 | 143 | 582 | |
| | | dřevěné nosníky | nosná konstrukce podlahy | 28296 | 60 | 120 | 1,70 | 0,204 | | 450 | 92 | | 13000 | 2649 |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce soklu - vnější stěny | 13817 | 60 | 120 | 0,83 | 0,099 | | 450 | 45 | | 13000 | 1293 |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce soklu - vnitřní stěny | 13721 | 60 | 114 | 0,82 | 0,094 | | 450 | 42 | | 13000 | 1220 |
| | | dřevěné latě | roznášecí vrstva podlahy | 44944 | 40 | 34 | 1,80 | 0,061 | | 450 | 28 | | 7500 | 458 |
| | | dřevěné latě | kostra předstěny | 13524 | 40 | 62 | 0,54 | 0,034 | | 450 | 15 | | 7500 | 252 |
| | | dřevěné latě | kostra fasády | 7464 | 40 | 64 | 0,30 | 0,019 | | 450 | 9 | | 7500 | 143 |
| | | dřevěné latě | pomocné výplňové prvky | 11596 | 48 | 22 | 0,56 | 0,012 | | 450 | 6 | | 7500 | 92 |
| | | foukaná celulóza | mezi podlahovými nosníky | 5868 | 2358 | 120 | 12,14 | 1,457 | | 60 | 87 | | 1000 | 1457 |
| | | foukaná celulóza | mezi podlahovými latěmi | 5618 | 1988 | 34 | 9,37 | 0,319 | | 60 | 19 | | 1000 | 319 |
| | | foukaná celulóza | vnější vrstva vnější stěny | 6066 | 321 | 64 | 1,65 | 0,106 | | 60 | 6 | | 1000 | 106 |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky vnější stěny | 6174 | 273 | 120 | 0,86 | 0,103 | | 60 | 6 | | 1000 | 103 |
| | | foukaná celulóza | v předstěně | 5662 | 273 | 62 | 1,00 | 0,062 | | 60 | 4 | | 1000 | 62 |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky vnitřní stěny | 5762 | 273 | 114 | 0,75 | 0,085 | | 60 | 5 | | 1000 | 85 |
| | | parotésná fólie | v podlaze | 6058 | 2104 | 0,2 | 12,75 | 0,003 | 0,27 | | 3 | 80 | | 1020 |
| | | parotésná fólie | ve vnější stěně | 6254 | 273 | 0,2 | 1,71 | 0,000 | 0,27 | | 0 | 80 | | 137 |
| | | parotésná fólie | ve vnitřní stěně | 6174 | 273 | 0,2 | 1,69 | 0,000 | 0,27 | | 0 | 80 | | 135 |
| Celkem za 1 dílec / část | | | | | | | | | | 3,275 | | | 14435 | |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 3,275 | | | 14435 | |
| strop | 1 | PackWall | nášlapná a roznášecí vrstva podlahy | 5680 | 1988 | 18 | 11,29 | 0,203 | | 753 | 153 | 143 | 1615 | |
| | | PackWall | vnitřní pohledová deska předstěny | 5680 | 473 | 18 | 2,69 | 0,048 | | 753 | 36 | 143 | 384 | |
| | | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce soklu | 12066 | 273 | 18 | 3,29 | 0,059 | | 753 | 45 | 143 | 471 | |
| | | PackWall | vnitřní pohledová deska podhledu | 6058 | 2402 | 18 | 14,55 | 0,262 | | 753 | 197 | 143 | 2081 | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska soklu | 12680 | 473 | 18 | 6,00 | 0,108 | | 753 | 81 | 143 | 858 | |
| | | dřevěné nosníky | nosná konstrukce stropu | 28296 | 60 | 160 | 1,70 | 0,272 | | 450 | 122 | | 13000 | 3531 |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce soklu - vnější stěny | 13817 | 60 | 120 | 0,83 | 0,099 | | 450 | 45 | | 13000 | 1293 |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce soklu - vnitřní stěny | 13721 | 60 | 114 | 0,82 | 0,094 | | 450 | 42 | | 13000 | 1220 |
| | | dřevěné latě | roznášecí vrstva podlahy | 44944 | 40 | 34 | 1,80 | 0,061 | | 450 | 28 | | 7500 | 458 |
| | | dřevěné latě | kostra předstěny | 13524 | 40 | 62 | 0,54 | 0,034 | | 450 | 15 | | 7500 | 252 |
| | | dřevěné latě | kostra podhledu | 44944 | 40 | 22 | 1,80 | 0,040 | | 450 | 18 | | 7500 | 19 |
| | | dřevěné latě | pomocné výplňové prvky | 5798 | 37 | 22 | 0,21 | 0,005 | | 450 | 2 | | 7500 | 3 |
| | | foukaná celulóza | mezi stropními nosníky | 5868 | 2358 | 160 | 12,14 | 1,942 | | 60 | 117 | | 1000 | 70 |
| | | foukaná celulóza | v kostře podhledu | 5868 | 2358 | 22 | 12,04 | 0,265 | | 60 | 16 | | 1000 | 265 |
| | | foukaná celulóza | vnější vrstva vnější stěny | 6066 | 455 | 64 | 2,76 | 0,177 | | 60 | 11 | | 1000 | 177 |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky vnější stěny | 6174 | 273 | 120 | 1,69 | 0,202 | | 60 | 12 | | 1000 | 202 |
| | | foukaná celulóza | v předstěně | 5662 | 273 | 62 | 1,55 | 0,096 | | 60 | 6 | | 1000 | 96 |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky vnitřní stěny | 5762 | 273 | 114 | 1,57 | 0,179 | | 60 | 11 | | 1000 | 179 |
| | | parotésná fólie | ve vnější stěně | 6254 | 773 | 0,2 | 4,83 | 0,001 | 0,27 | | 1 | 80 | | 387 |
| | | parotésná fólie | ve vnitřní stěně | 6174 | 569 | 0,2 | 3,51 | 0,001 | 0,27 | | 1 | 80 | | 281 |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 4,148 | | |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 4,148 | | | 13841 | |

(pokračování na další straně)

Tab. P4.1 Rozměrové a hmotnostní parametry a odhad ceny jednotlivých dílců EDHU (část 2/3)

| (pokračování) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|--|---------|------|------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------|------|--------------|
| Dílec / část | Počet | Materiál | Umístění / funkce | Rozměry | | | Plocha | Objem | Hmotnost | | Hmotnost | Jednotková cena | | Cena | | |
| | | | | | | | | | plošná | objemová | | za m ² | za m ³ | | | |
| | ks | | | mm | | | m ² | m ³ | kg/m ² | kg/m ³ | kg | Kč/m ² | Kč/m ³ | Kč | | |
| střecha | 1 | PackWall | vnitřní pohledová deska podhledu | 6058 | 2402 | 18 | 14,55 | 0,262 | | 753 | 197 | 143 | | 2081 | | |
| | | upravený PackWall | podklad hydroizolace | 6014 | 2358 | 18 | 14,18 | 0,255 | | 753 | 192 | 143 | | 2028 | | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska | 16992 | 1530 | 18 | 26,00 | 0,468 | | 753 | 352 | 143 | | 3718 | | |
| | | dřevěné nosníky | nosná konstrukce stropu | 28296 | 60 | 160 | 1,70 | 0,272 | | 450 | 122 | | 13000 | 3531 | | |
| | | dřevěné nosníky | spádové klíny | 29370 | 40 | 95 | 1,17 | 0,112 | | 450 | 50 | | 7500 | 837 | | |
| | | dřevěné latě | kostra podhledu | 44944 | 40 | 22 | 1,80 | 0,040 | | 450 | 18 | | 7500 | 297 | | |
| | | foukaná celulóza | mezi stropními nosníky | 5868 | 2358 | 160 | 12,14 | 1,942 | | 60 | 117 | | 1000 | 1942 | | |
| | | foukaná celulóza | spádová vrstva | 5868 | 2358 | 95 | 12,66 | 1,203 | | 60 | 72 | | 1000 | 1203 | | |
| | | foukaná celulóza | v kostře podhledu | 5868 | 2358 | 22 | 12,04 | 0,265 | | 60 | 16 | | 1000 | 265 | | |
| | | parotěsná fólie | ve střeše | 6058 | 2358 | 0,2 | 14,28 | 0,003 | 0,27 | | 4 | | 80 | | 1143 | |
| | | geotextilie | ochranná a expanzní vrstva ve střeše | 6370 | 2853 | 5 | 18,17 | 0,091 | 0,3 | | 5 | | 20 | | 363 | |
| | | hydroizolace | fóliová hydroizolace ploché střechy | 6370 | 2853 | 1,5 | 18,17 | 0,027 | 1,5 | | 27 | | 290 | | 5270 | |
| | | FeZn plech | oplechování horních profilů kontejneru | 16748 | 350 | 0,55 | 5,86 | 0,003 | 4,3 | | 25 | | 170 | | 997 | |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 4,942 | | 1198 | | 23675 |
| | | Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 4,942 | | 1198 | | 23675 |
| dílec vnější podélné stěny | 4 | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce | 5958 | 1200 | 18 | 7,15 | 0,129 | | 753 | 97 | 143 | | 1022 | | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska | 6658 | 1200 | 18 | 7,99 | 0,144 | | 753 | 108 | 143 | | 1143 | | |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce stěny | 26388 | 60 | 120 | 1,58 | 0,190 | | 450 | 85 | | 13000 | 2470 | | |
| | | dřevěné latě | kostra fasády | 17286 | 40 | 64 | 0,69 | 0,044 | | 450 | 20 | | 7500 | 332 | | |
| | | foukaná celulóza | vnější vrstva stěny | 6066 | 1200 | 64 | 6,59 | 0,422 | | 60 | 25 | | 1000 | 422 | | |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky | 6174 | 1200 | 120 | 5,83 | 0,699 | | 60 | 42 | | 1000 | 699 | | |
| | | parotěsná fólie | ve stěně | 6094 | 1200 | 0,2 | 7,31 | 0,001 | 0,27 | | 2 | | 80 | | 585 | |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 1,629 | | 380 | | 6672 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 6,516 | | 1519 | | 26690 | | |
| dílec vnitřní podélné stěny | 8 | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce | 6174 | 600 | 18 | 3,70 | 0,067 | | 753 | 50 | 143 | | 530 | | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska | 6188 | 600 | 18 | 3,71 | 0,067 | | 753 | 50 | 143 | | 531 | | |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce stěny | 17764 | 60 | 64 | 1,07 | 0,068 | | 450 | 31 | | 13000 | 887 | | |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky | 5762 | 600 | 64 | 2,39 | 0,153 | | 60 | 9 | | 1000 | 153 | | |
| | | parotěsná fólie | ve stěně | 6042 | 600 | 0,2 | 3,63 | 0,001 | 0,27 | | 1 | | 80 | | 290 | |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 0,355 | | 141 | | 2391 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 2,844 | | 1131 | | 19124 | | |
| příčná stěna s oknem | 2 | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce | 1988 | 2643 | 18 | 3,81 | 0,069 | | 753 | 52 | 143 | | 545 | | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska | 1988 | 2643 | 18 | 3,81 | 0,069 | | 753 | 52 | 143 | | 545 | | |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce stěny | 14377 | 60 | 120 | 0,86 | 0,104 | | 450 | 47 | | 13000 | 1346 | | |
| | | dřevěné latě | kostra fasády | 10650 | 40 | 64 | 0,43 | 0,027 | | 450 | 12 | | 7500 | 204 | | |
| | | foukaná celulóza | vnější vrstva stěny | 1988 | 2643 | 64 | 3,39 | 0,217 | | 60 | 13 | | 1000 | 217 | | |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky | 1988 | 2643 | 120 | 2,95 | 0,354 | | 60 | 21 | | 1000 | 354 | | |
| | | parotěsná fólie | ve stěně | 1988 | 2643 | 0,2 | 3,81 | 0,001 | 0,27 | | 1 | | 80 | | 305 | |
| | | okno | dřevěný rám, trojsklo, U _w = 0,83 W/m ² .K | 1200 | 1200 | | 1,44 | | | | 50 | | | | 7000 | |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 0,840 | | 248 | | 10517 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 1,680 | | 495 | | 21034 | | |

(pokračování na další straně)

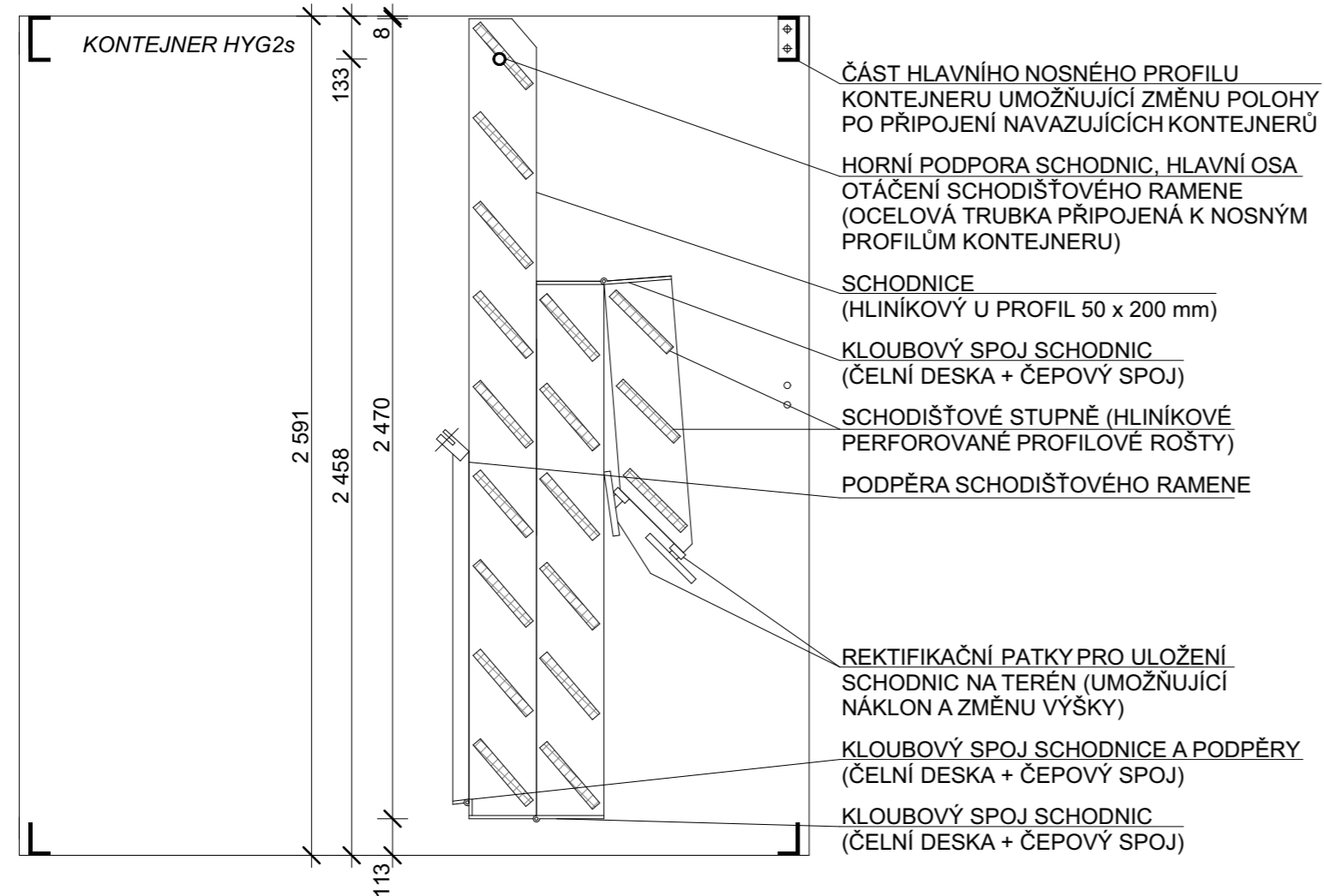
Tab. P4.1 Rozměrové a hmotnostní parametry a odhad ceny jednotlivých dílců EDHU (část 3/3)

| (pokračování) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|----------------------------------|---|---------|------|-----|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------|--------------|
| Dílec / část | Počet | Materiál | Umístění / funkce | Rozměry | | | Plocha | Objem | Hmotnost | | Hmotnost | Jednotková cena | | Cena | |
| | | | | | | | | | plošná | objemová | | za m ² | za m ³ | | |
| | ks | | | mm | | | m ² | m ³ | kg/m ² | kg/m ³ | kg | Kč/m ² | Kč/m ³ | Kč | |
| příčná stěna s dveřmi | 2 | PackWall | konstrukční deska sloupkové konstrukce | 1988 | 2643 | 18 | 3,44 | 0,062 | | 753 | 47 | 143 | | 491 | |
| | | upravený PackWall | vnější (fasádní) deska | 1988 | 2643 | 18 | 3,44 | 0,062 | | 753 | 47 | 143 | | 491 | |
| | | dřevěné nosníky | sloupková konstrukce stěny | 17491 | 60 | 64 | 1,05 | 0,067 | | 450 | 30 | | 13000 | 873 | |
| | | foukaná celulóza | mezi sloupky | 1988 | 2643 | 64 | 2,39 | 0,153 | | 60 | 9 | | 1000 | 153 | |
| | | parotěsná fólie | ve stěně | 1988 | 2643 | 0,2 | 3,44 | 0,001 | 0,27 | | 1 | 80 | | 275 | |
| | | zárubeň | ocelová bloková zárubeň 800/1970 | 900 | 2020 | | 1,82 | | | | 12 | | | | 1400 |
| | | dveřní křídlo | dveřní křídlo z papírové voštiny | 800 | 1970 | | 1,58 | | | | 15 | | | | 2000 |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 160 | | | 5684 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 0,344 | | | 0,689 | | 11367 |
| klouby skládacích konstrukcí | 1 | ocelový plech | v podélné vnější stěně | 67944 | 168 | 2 | 11,41 | 0,023 | | 7850 | 179 | 500 | | 5707 | |
| | | ocelový plech | v podélné vnitřní stěně | 112600 | 132 | 2 | 14,86 | 0,030 | | 7850 | 233 | 500 | | 7432 | |
| | | ocelový plech | pod příčnou stěnou | 7952 | 160 | 2 | 1,27 | 0,003 | | 7850 | 20 | 500 | | 636 | |
| | | silikonové těsnění | těsnění montážních spár pásy z pružného silikonu | 119052 | 18 | 10 | 2,14 | 0,021 | | 250 | 5 | | 11000 | 236 | |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 0,077 | | | 14011 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 0,077 | | | 14011 | | |
| nosná konstrukce | 1 | úhelníky | 120 x 80 x 12 | 64716 | 200 | 12 | | | | | 1152 | | | 34768 | |
| | | trubky | 100 x 100 x 2,7 | 8608 | 400 | 2,7 | | | | | 79 | | | 2364 | |
| | | trubky | 80 x 80 x 2,7 | 7600 | 320 | 2,7 | | | | | 55 | | | 1646 | |
| | | trubky | 60 x 60 x 2,7 | 7600 | 240 | 2,7 | | | | | 41 | | | 1214 | |
| | | rohové prvky | unifikované rohové prvky pro ISO kontejnery, 8 ks | | | | | | | | 88 | | | | 12000 |
| | | Celkem za dílec / část | | | | | | | | | | 1415 | | | 51992 |
| Celkem za všechny stejné dílce | | | | | | | | | | 1415 | | | 51992 | | |
| elektrická instalace | 1 | (odhad celkové hmotnosti a ceny) | | | | | | | | | | 50 | | 2500 | |
| nábytek | 1 | (odhad celkové hmotnosti a ceny) | | | | | | | | | | 300 | | 8000 | |
| EDHU celkem | | | | | | | | | | | 8659 | | 206669 | | |
| | | | | | | | | | | | kg | | Kč | | |

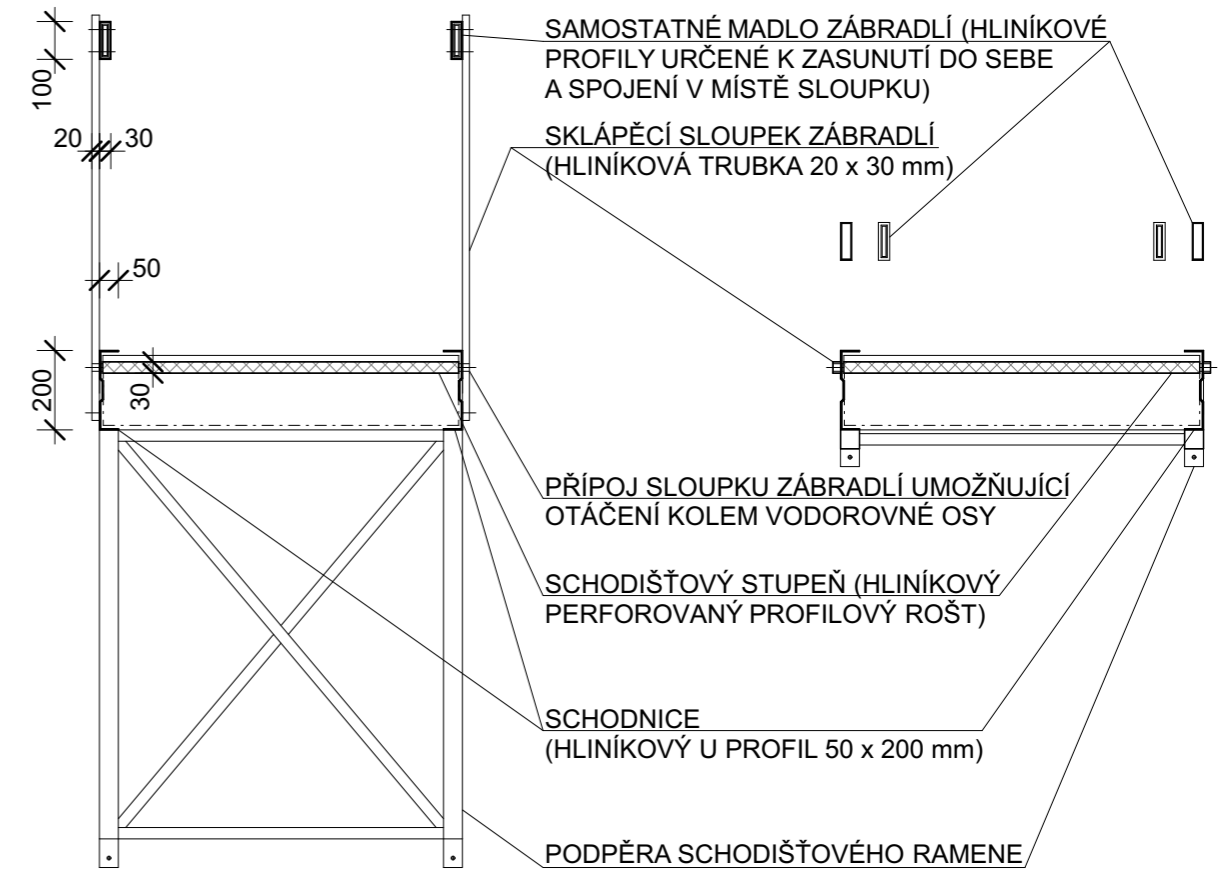
Tab. P4.2 Množství a cena použitých konstrukčních materiálů

| Materiál | Plocha m ² | Objem m ³ | Hmotnost | | Cena | |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| | | | kg | % | Kč | % |
| PackWall | 135,25 | 2,434 | 1833 | 21% | 19340 | 9% |
| upravený PackWall | 140,50 | 2,529 | 1904 | 22% | 20092 | 10% |
| dřevěné nosníky | 28,26 | 2,892 | 1302 | 15% | 36986 | 18% |
| dřevěné latě | 12,96 | 0,536 | 241 | 3% | 3710 | 2% |
| foukaná celulóza | 180,59 | 15,557 | 933 | 11% | 13685 | 7% |
| parotěsná fólie | 111,52 | 0,022 | 30 | 0% | 8922 | 4% |
| geotextilie | 18,17 | 0,091 | 5 | 0% | 363 | 0% |
| hydroizolace | 18,17 | 0,027 | 27 | 0% | 5270 | 3% |
| FeZn plech | 5,86 | 0,003 | 25 | 0% | 997 | 0% |
| ocelový plech | 27,55 | 0,055 | 433 | 5% | 13775 | 7% |
| silikonové těsnění | 2,14 | 0,021 | 5 | 0% | 236 | 0% |
| úhelníky | | | 1152 | 13% | 34768 | 17% |
| trubky | | | 175 | 2% | 5224 | 3% |
| rohové prvky | | | 88 | 1% | 12000 | 6% |
| okno | 2,88 | | 100 | 1% | 14000 | 7% |
| zárubeň | 3,64 | | 24 | 0% | 2800 | 1% |
| dveřní křídlo | 3,15 | | 30 | 0% | 4000 | 2% |
| elektrická instalace | | | 50 | 1% | 2500 | 1% |
| nábytek | | | 300 | 3% | 8000 | 4% |
| Celkem | | | 8659 | 100% | 206669 | 100% |
| | | | kg | | Kč | |

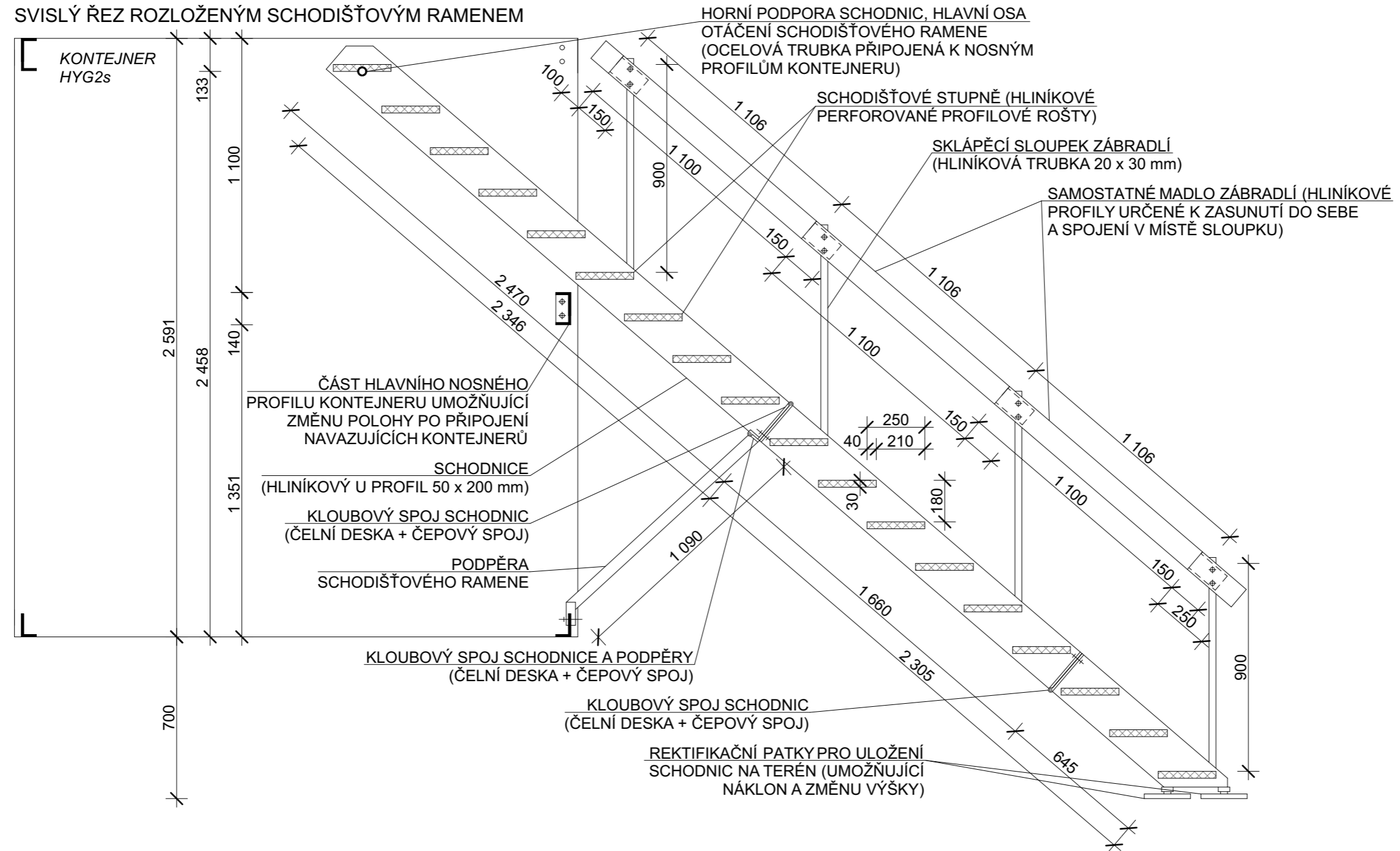
SVISLÝ ŘEZ SLOŽENÝM SCHODIŠŤOVÝM RAMENEM

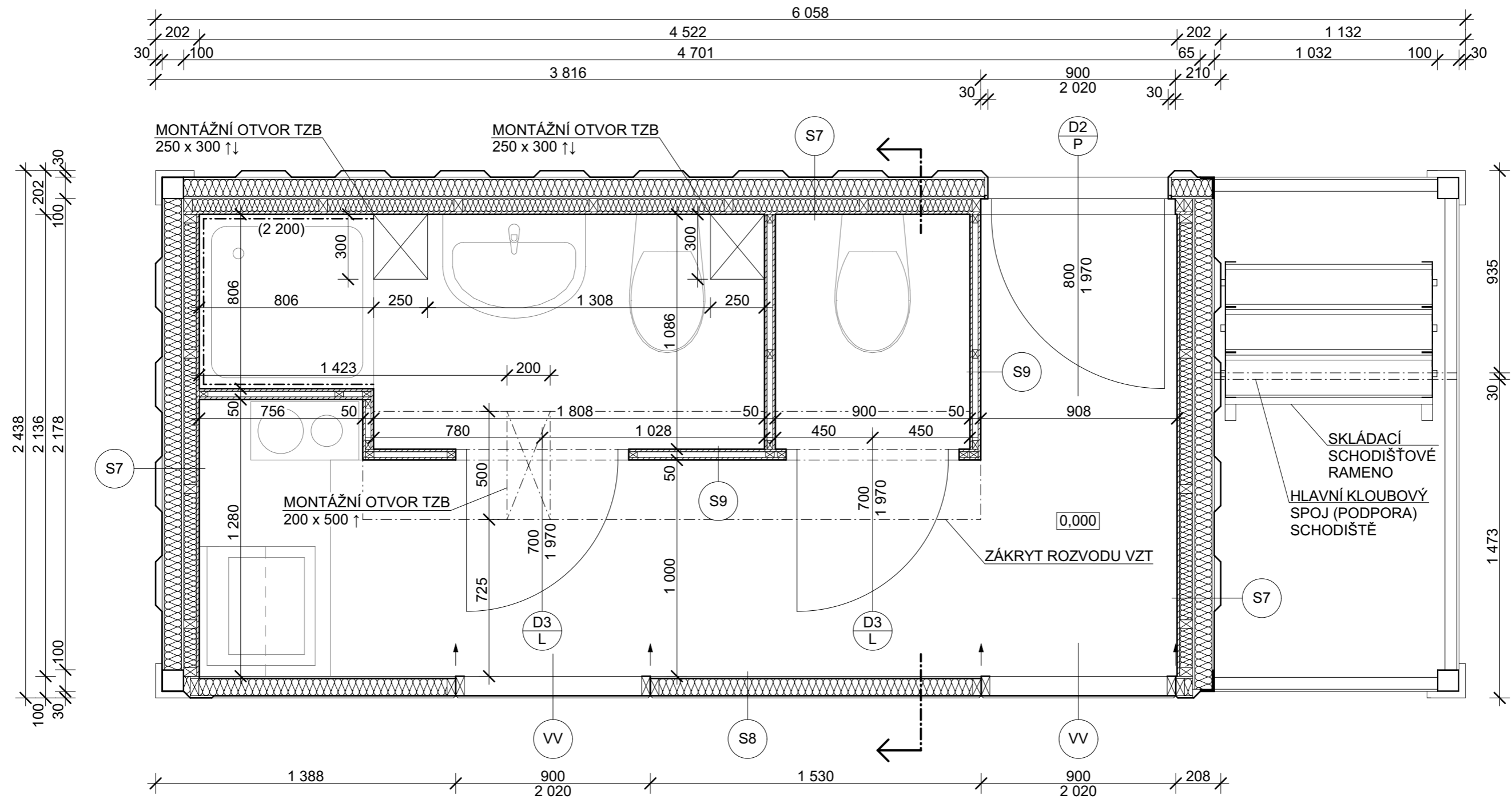


PŘÍČNÝ ŘEZ ROZLOŽENÝM A SLOŽENÝM SCHODIŠŤOVÝM RAMENEM (ROVINOU KOLMOU NA SCHODNICE)



SVISLÝ ŘEZ ROZLOŽENÝM SCHODIŠŤOVÝM RAMENEM





S7 VNĚJŠÍ STĚNA
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
- KOSTRA PŘEDSTĚNY Z UW A CW PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 60 mm
- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
- PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm
- (ext)

S8 VNITŘNÍ STĚNA

- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm

S9 PŘÍČKA

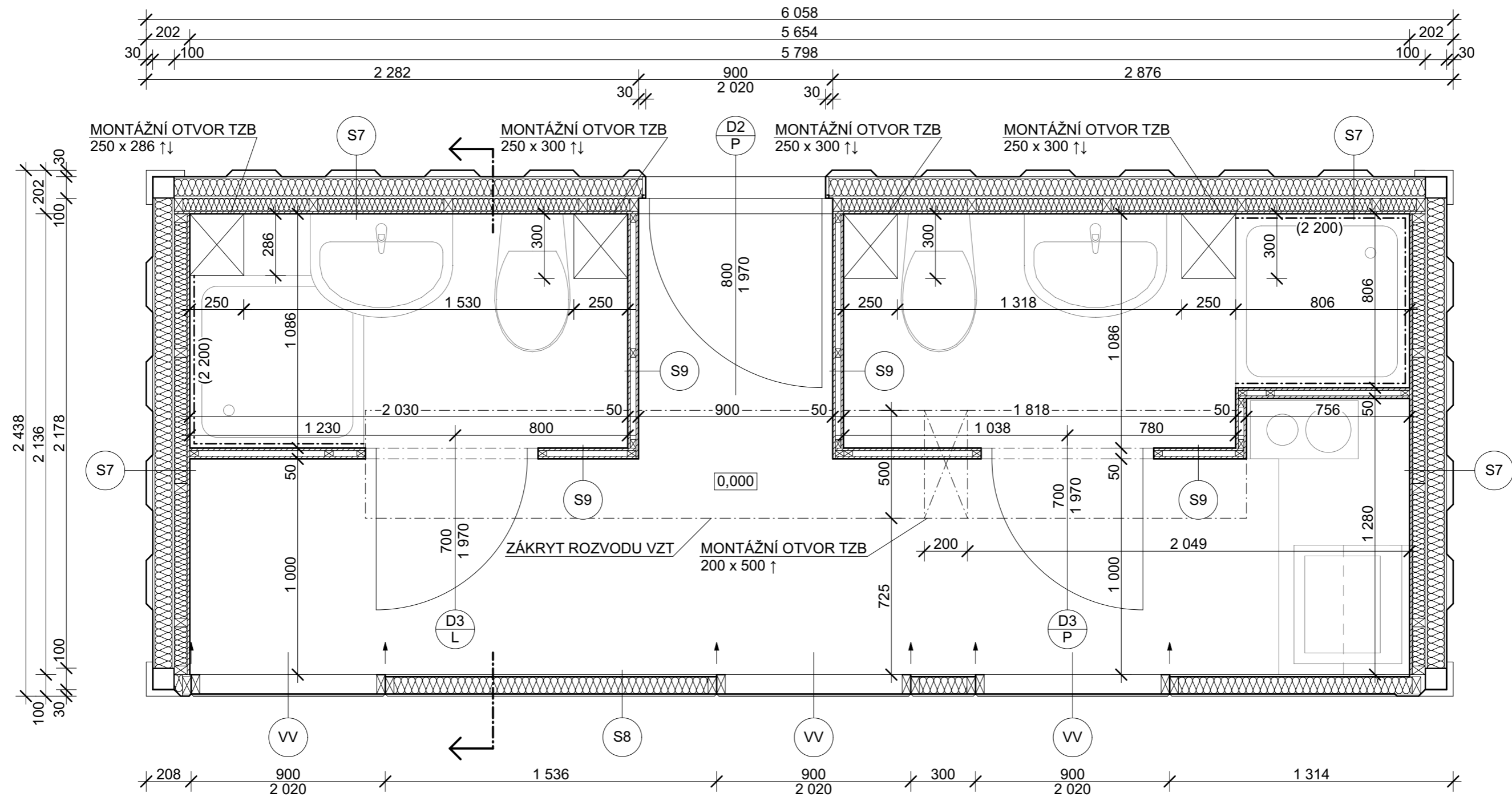
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
- KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

VV VYJÍMATELNÁ VÝPLŇ (VSTUP DO EDHU)

- TUHÝ RÁM Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ UMOŽŇUJÍCÍ PŘIPOJENÍ KE STĚNĚ KONTEJNERU A TÍM JEJÍ ZTUŽENÍ
- OPLÁŠTĚNÍ TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR 8/88 Z VNĚJŠÍ STRANY

PŘÍLOHA Č. 6
VÝKRES P6.1

PŮDORYS HYG2s
M 1:20



S7 VNĚJŠÍ STĚNA
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘEDSTĚNY Z UW A CW PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 60 mm
 - SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm
- (ext)

S8 VNITŘNÍ STĚNA

- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm

S9 PŘÍČKA

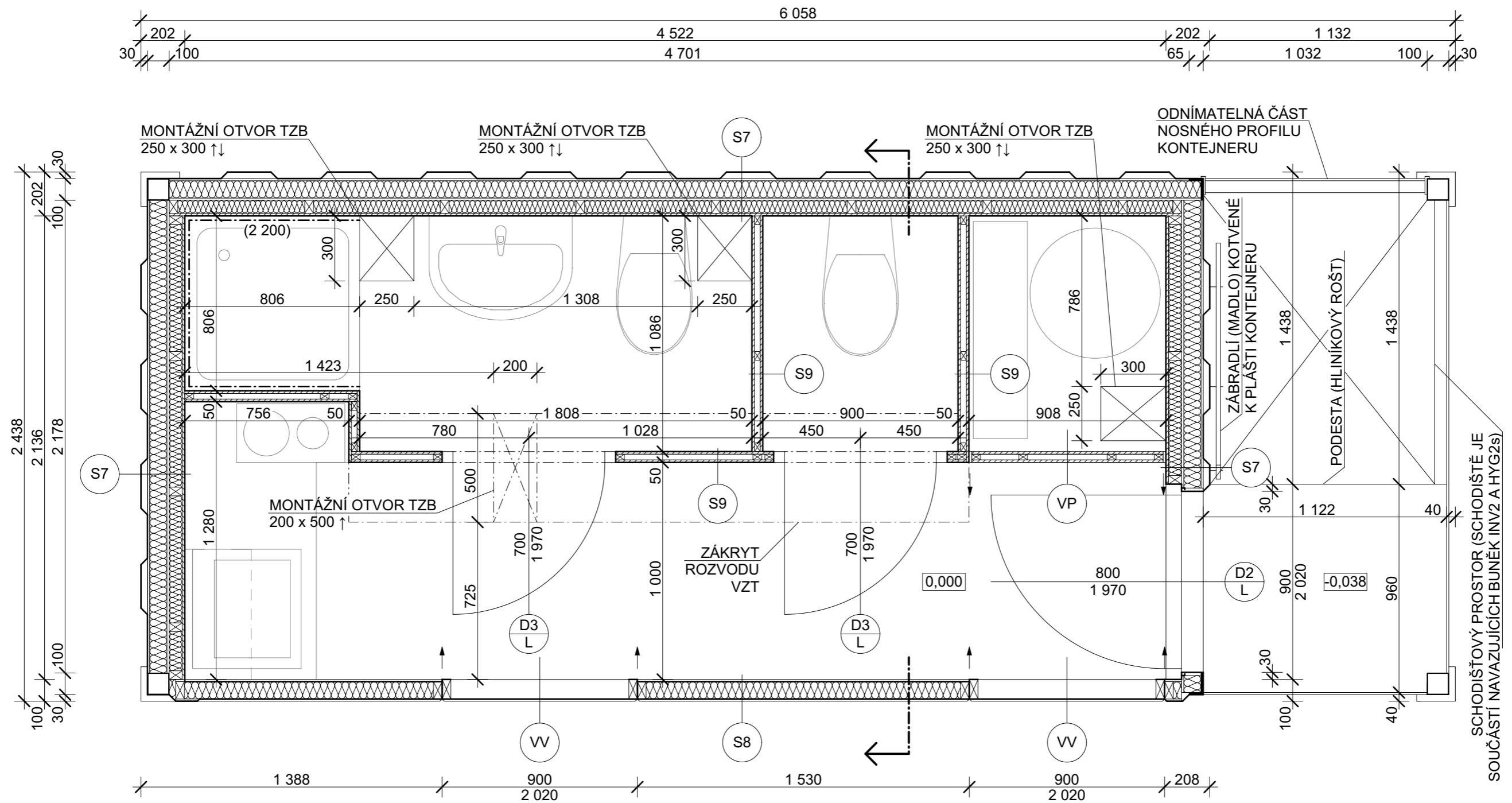
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
- KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

VV VYJÍMATELNÁ VÝPLŇ (VSTUP DO EDHU)

- TUHÝ RÁM Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ UMOŽŇUJÍCÍ PŘIPOJENÍ KE STĚNĚ KONTEJNERU A TÍM JEJÍ ZTUŽENÍ
- OPLÁŠTĚNÍ TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR 8/88 Z VNĚJŠÍ STRANY

PŘÍLOHA Č. 6
VÝKRES P6.2

PŮDORYS HYG3s
M 1:20



SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR (SCHODIŠŤE JE SOUČÁSTÍ NAVAZUJÍCÍCH BUNĚK INV2 A HYG2s)

- S7 VNĚJŠÍ STĚNA (int)**
- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘEDSTĚNY Z UW A CW PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 60 mm
 - SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm (ext)

- S8 VNITŘNÍ STĚNA**
- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm

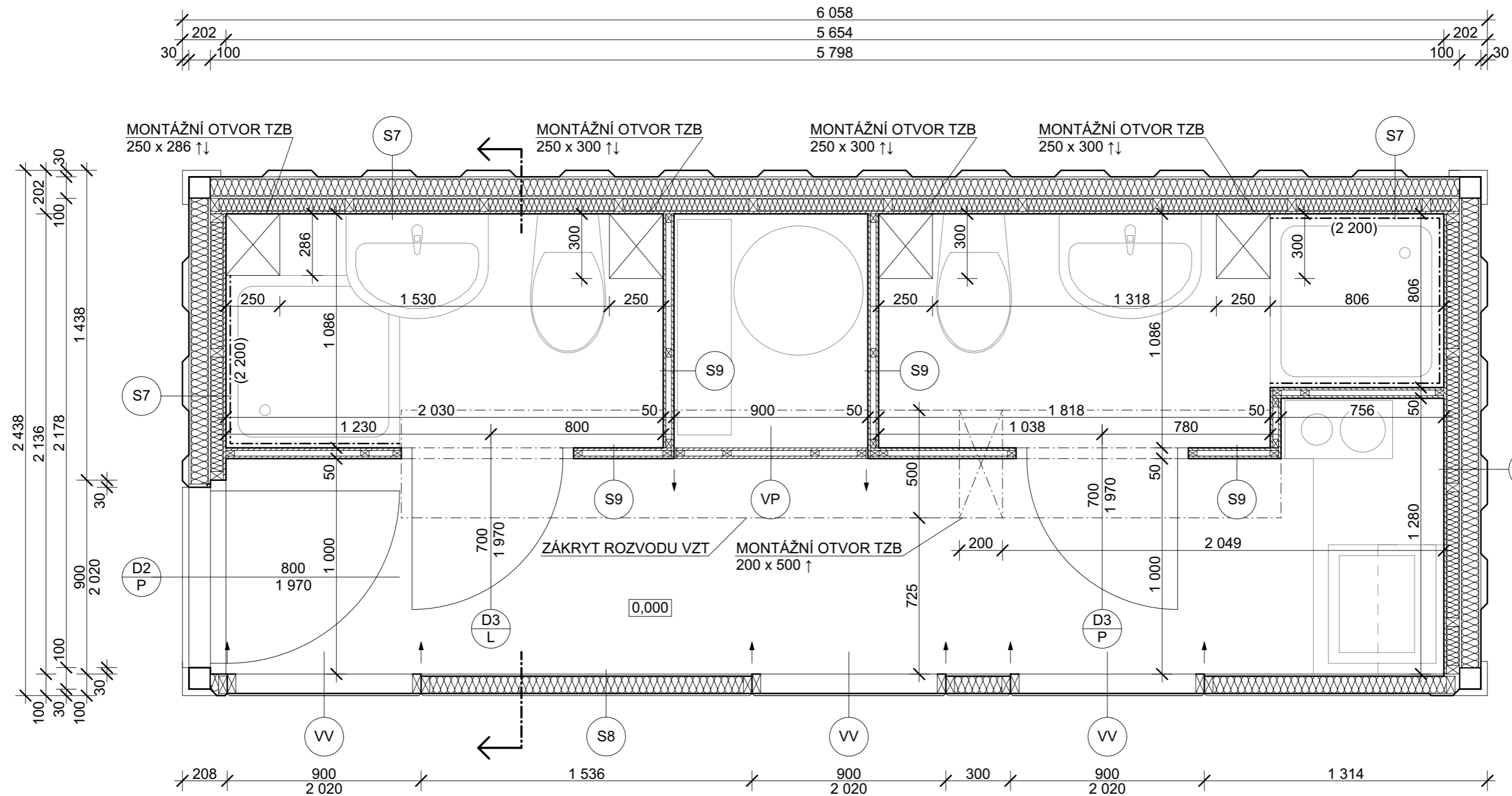
- S9 PŘÍČKA**
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
 - POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

- VV VYJÍMATELNÁ VÝPLŇ (VSTUP DO EDHU)**
- TUHÝ RÁM Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ UMOŽŇUJÍCÍ PŘIPOJENÍ KE STĚNĚ KONTEJNERU A TÍM JEJÍ ZTUŽENÍ
 - OPLÁŠTĚNÍ TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR 8/88 Z VNĚJŠÍ STRANY

- VP VYJÍMATELNÁ ČÁST PŘÍČKY (SERVISNÍ VSTUP)**
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
 - POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

PŘÍLOHA Č. 6
VÝKRES P6.3

PŮDORYS HYG2h
M 1:20



S7 VNĚJŠÍ STĚNA
(int)

- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘEDSTĚNY Z UW A CW PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 60 mm
 - SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm
- (ext)

S8 VNITŘNÍ STĚNA

- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm

S9 PŘÍČKA

- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
- KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

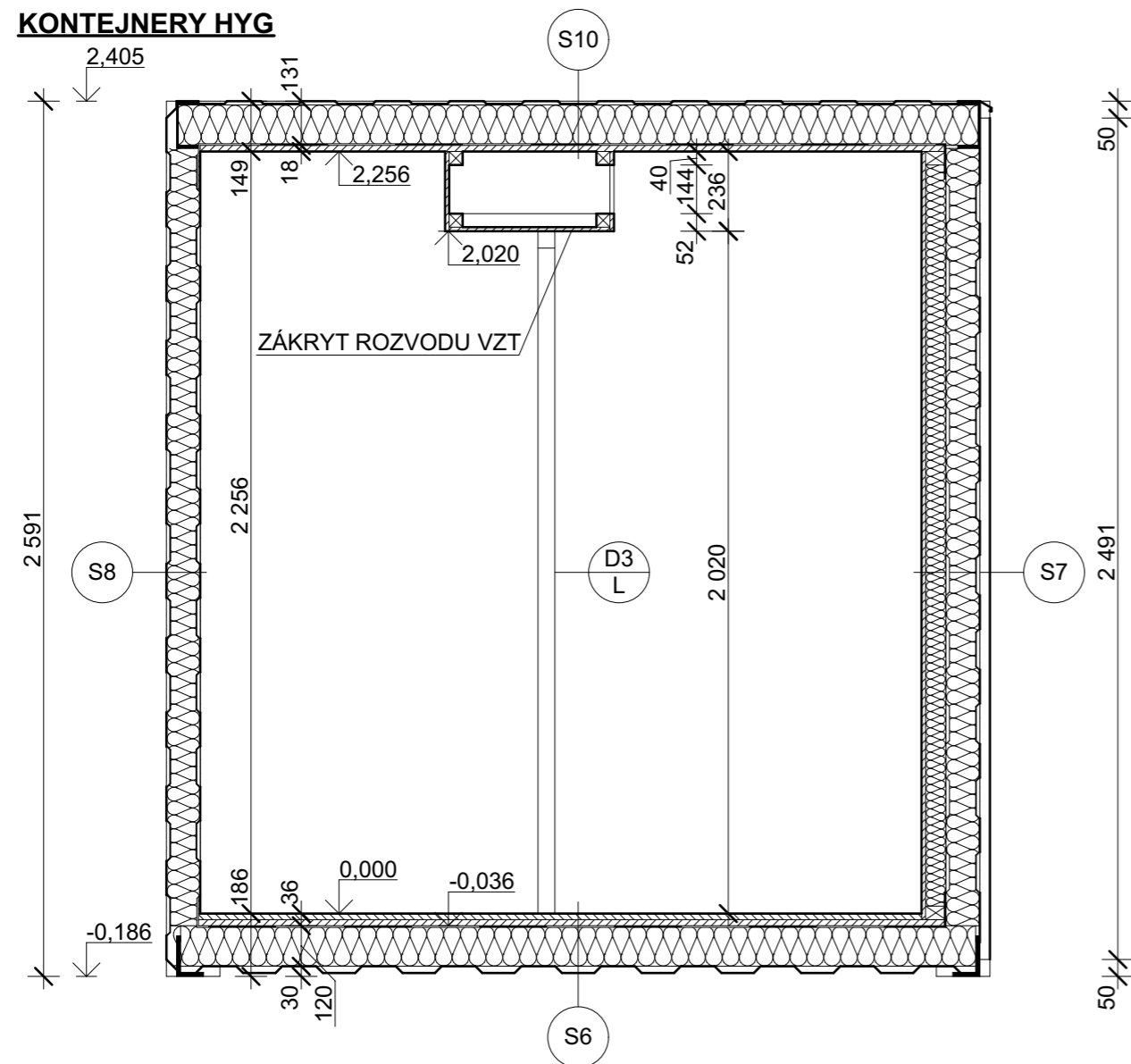
VV VYJÍMATELNÁ VÝPLŇ (VSTUP DO EDHU)

- TUHÝ RÁM Z HLINÍKOVÝCH PROFILŮ UMOŽŇUJÍCÍ PŘIPOJENÍ KE STĚNĚ KONTEJNERU A TÍM JEJÍ ZTUŽENÍ
- OPLÁŠTĚNÍ TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR 8/88 Z VNĚJŠÍ STRANY

VP VYJÍMATELNÁ ČÁST PŘÍČKY (SERVISNÍ VSTUP)

- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
- KOSTRA PŘÍČKY Z LATÍ 40 x 26 mm
- POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm

KONTEJNERY HYG



- S6 PODLAHA**
(int)
- NÁŠLAPNÁ A ROZNÁŠECÍ VRSTVA - 2x PACKWALL TL. 18 mm
 - PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
 - STROPNÍ NOSNÍKY Z TENKOSTĚNNÝCH OCELOVÝCH U PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 120 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 20/137,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 20 mm
- (ext)

- S7 VNĚJŠÍ STĚNA**
(int)
- VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 12 mm
 - KOSTRA PŘEDSTĚNY Z UW A CW PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 60 mm
 - SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm
- (ext)

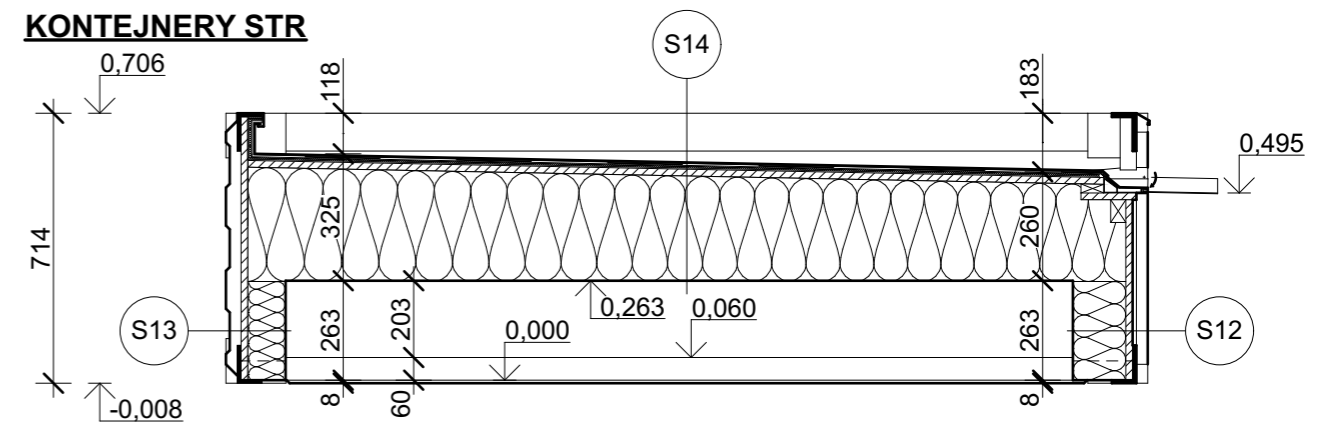
- S8 VNITŘNÍ STĚNA**
- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm

- S10 STROP**
(ext)
- PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 8/88
 - STROPNÍ NOSNÍKY Z TENKOSTĚNNÝCH OCELOVÝCH U PROFILŮ + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 120 mm
 - PAROZÁBRANA - PAROTĚSNÁ PE FÓLIE
 - VNITŘNÍ POHLEDOVÁ DESKA - PACKWALL, TL. 18 mm
- (int)

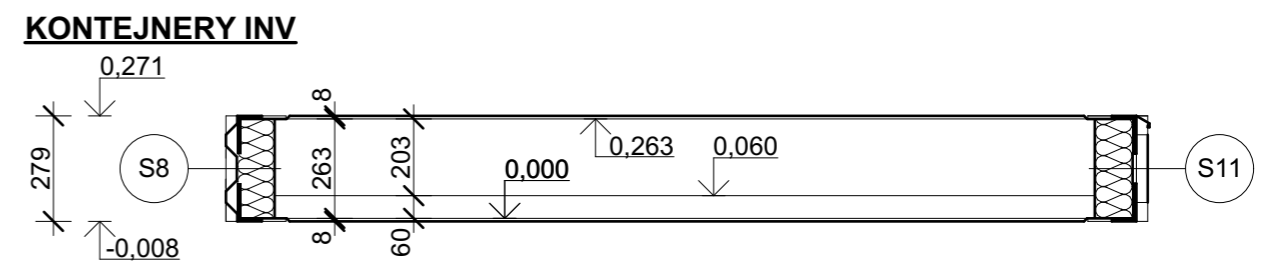
- S11 VNĚJŠÍ STĚNA KONTEJNERU INV**
- SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 100 mm
 - PLÁŠŤ KONTEJNERU - TRAPÉZOVÝ PLECH TR 30/262,5, TLOUŠŤKA VZDUCHOVÉ MEZERY 30 mm

- S14 STŘECHA KONTEJNERU STR**
- HYDROIZOLACE Z PVC-P, MECHANICKY KOTVENÁ, TL. 1,5 mm
 - GEOTEXTILIE, TL. 5 mm
 - DESKOVÝ ZÁKLUP STŘEŠNÍ KONSTRUKCE - UPRAVENÝ PACKWALL, TL. 18 mm
 - NOSNÉ RÁMY Z DESEK PACKWALL O TL. 18 mm + TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY, TL. 235 - 300 mm

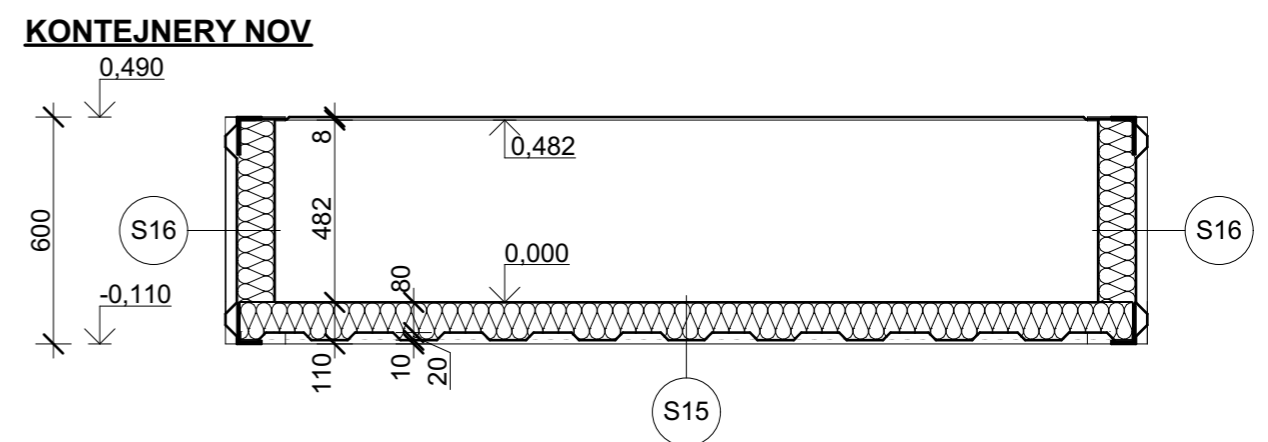
KONTEJNERY STR



KONTEJNERY INV



KONTEJNERY NOV



OSTATNÍ SKLADBY

- S12 ... TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY MEZI NOSNÝMI RÁMY STŘECHY, TL. 140 mm
- S13 ... TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍ VLNY MEZI NOSNÝMI RÁMY STŘECHY, TL. 100 mm
- S15 ... SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z PUR, TL. 100 mm
- S16 ... SENDVIČOVÝ PANEL S JÁDREM Z PUR, TL. 130 mm

P7. Vytápění technických kontejnerů

P7.1 Stanovení tepelné ztráty kontejnerů NOV2 a NOV3

Pro účely výpočtu tepelné ztráty jsou skladby konstrukcí obálky kontejnerů zjednodušené na jednovrstvé, tvořené pouze tepelnou izolací z pěnového polyuretanu (PUR). Prostup tepla skutečnou skladbou (tj. včetně opláštění tepelné izolace plechem) je přesněji modelován v kapitole 6.4.4. Ve výpočtu je uvažován PUR se součinitelem tepelné vodivosti 0,029 W/m.K a tloušťkami dle následující tabulky.

Tab. P7.1 Výpočet plochy a součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky kontejneru NOV

| Konstrukce | Délka (m) | Výška / šířka (m) | Plocha A (m ²) | Tloušťka PUR d (m) | Tepelný odpor konstrukce R (m ² .K/W) | Tepelné odpory při přestupu tepla R _{si} + R _{se} (m ² .K/W) | Součinitel prostupu tepla U (W/m ² .K) |
|--------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|--|---|---|
| podélná stěna (2x) | 12,116 | 0,600 | 7,27 | 0,10 | 3,45 | 0,17 | 0,28 |
| příčná stěna (1x) | 2,438 | 0,600 | 1,46 | 0,10 | 3,45 | 0,17 | 0,28 |
| podlaha | 6,058 | 2,438 | 14,77 | 0,08 | 2,76 | 0,21 | 0,34 |
| Celkem | | | 23,50 | | | | |

Prostup tepla do spár mezi kontejnery je ve zjednodušeném výpočtu zanedbán, protože do tohoto prostoru bude prostupovat více tepla z hygienických kontejnerů vytápěných na výrazně vyšší teplotu.

Z vypočtených ploch a součinitelů prostupu tepla je stanoven průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} s využitím přírážky na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,05 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dále je vypočtena měrná tepelná ztráta prostupem obálkou kontejneru H_T .

$$U_{em} = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i} + \Delta U_{em} = \frac{7,466}{23,5} + 0,05 = 0,36 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$H_T = U_{em} \cdot \sum A_i = 0,36 \cdot 23,5 = 8,56 \text{ W/K}$$

Teplota v prostoru kontejneru by měla být udržována nad hodnotou 5 °C, aby bylo instalované zařízení ochráněno proti mrazu. Výpočet je proveden pro stejné návrhové podmínky jako v kapitole 6.4.4. Je proto uvažována vnější teplota -15 °C. Na základě teplotního rozdílu je možné určit tepelnou ztrátu kontejneru Φ .

$$\Phi = H_T \cdot (\theta_i - \theta_e) = 8,56 \cdot (5 - (-15)) = 171 \text{ W}$$

P7.2 Návrh potrubní smyčky pro vytápění kontejnerů NOV2 a NOV3

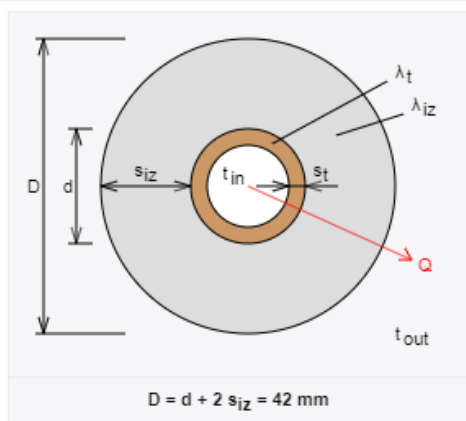
Pomocí výpočtového nástroje Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [90] je navržena větev potrubí s otopnou vodou, která má do řešených kontejnerů dodat teplo odpovídající tepelné ztrátě stanovené v předchozím výpočtu.

| | |
|---|---|
| Izolace | |
| MIRELON (PRO, POLAR, STABIL) ▾ | |
| Rozměry izolace - tl. 13 ▾ | |
| Tloušťka | $s_{iz} =$ <input type="text" value="13"/> mm |
| Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} =$ <input type="text" value="0.043"/> W / m K | |

| | |
|---------------------------|---|
| Trubka | |
| PP-R Ekoplastik PN 16 ▾ | |
| Rozměry trubky - 16x2.3 ▾ | |
| Průměr | $d =$ <input type="text" value="16"/> mm |
| Tloušťka stěny | $s_t =$ <input type="text" value="2.3"/> mm |
| Souč. tepelné vodivosti | $\lambda_t =$ <input type="text" value="0.22"/> W / m K |



Rozsah provozních teplot: není uveden



| | |
|---------------------------|---|
| Potrubí | |
| Teplota média | $t_{in} =$ <input type="text" value="70"/> °C |
| Teplota v okolí potrubí | $t_{out} =$ <input type="text" value="5"/> °C |
| Relativní vlhkost vzduchu | $rh =$ <input type="text" value="90"/> % ??? |
| Teplota rosného bodu | $t_w =$ <input type="text" value="3.5"/> °C |
| Součinitel přestupu tepla | |
| na vnějším povrchu | $\alpha_e =$ <input type="text" value="10"/> W / m ² K |
| Délka potrubí | $l =$ <input type="text" value="14"/> m |

| | |
|--|---|
| Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) | DN 10 - DN 15 ▾ => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$ |
| Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí | $U_o = 0.219 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 33.2 mm) |
| Povrchová teplota izolovaného potrubí | $t_{p,iz} = 15.8 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci |
| Tepelná ztráta potrubí bez izolace | $Q_p = 407.2 \text{ W}$ |
| Tepelná ztráta potrubí s izolací | $Q_{iz} = 199.6 \text{ W}$ |
| Energetická úspora izolovaného potrubí | 51 % |

Dle výpočtu je při použití zadaného potrubí minimální délka potrubní smyčky **14 m**. To přibližně odpovídá vnitřnímu obvodu kontejneru, takže teplo může být distribuováno rovnoměrně do prostoru ohroženého mrazem.

Potrubí může být izolováno tvarovkami z pěnového polyethylenu o maximální tloušťce 13 mm. Potrubní smyčka pak má tepelný výkon 200 W, což stačí na pokrytí tepelné ztráty kontejneru. Neizolované potrubí by mělo ztrátu 400 W. Vzhledem k tomu, že kontejner může být vystaven i venkovním teplotám nižším než -15 °C , je třeba zvážit izolaci potrubí o menší tloušťce, případně potrubí v této části neizolovat vůbec.

P7.3 Stanovení tepelné ztráty kontejnerů STR2 a STR3

Pro účely výpočtu tepelné ztráty jsou skladby konstrukcí obálky kontejnerů zjednodušené na jednovrstvé, tvořené pouze tepelnou izolací z minerální vlny. Prostup tepla skutečnou skladbou (tj. včetně opláštění tepelné izolace deskami a plechem) je přesněji modelován v kapitole 6.4.4. Ve výpočtu je uvažována minerální vlna se součinitelem tepelné vodivosti 0,035 W/m.K a tloušťkami dle následující tabulky.

Tab. P7.3 Výpočet plochy a součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky kontejneru STR

| Konstrukce | Délka (m) | Výška / šířka (m) | Plocha A (m ²) | Tloušťka minerální vlny d (m) | Tepelný odpor konstrukce R (m ² .K/W) | Tepelné odpory při přestupu R _{si} + R _{se} (m ² .K/W) | Součinitel prostupu tepla U (W/m ² .K) |
|---------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| podélná stěna | 6,058 | 0,55 | 3,33 | 0,16 | 4,57 | 0,17 | 0,21 |
| příčná stěna | 2,438 | 0,55 | 1,34 | 0,16 | 4,57 | 0,17 | 0,21 |
| střecha | 6,058 | 2,438 | 14,77 | 0,24 | 6,86 | 0,14 | 0,14 |
| | | Celkem | 19,44 | | | | |

Prostup tepla do spár mezi kontejnery je ve zjednodušeném výpočtu zanedbán, protože do tohoto prostoru bude prostupovat více tepla z hygienických kontejnerů vytápěných na vyšší teplotu.

Z vypočtených ploch a součinitelů prostupu tepla je stanoven průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} s využitím přírážky na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,05 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dále je vypočtena měrná tepelná ztráta prostupem obálkou kontejneru H_T .

$$U_{em} = \frac{\sum U_i \cdot A_i}{\sum A_i} + \Delta U_{em} = \frac{3,049}{19,44} + 0,05 = 0,21 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$


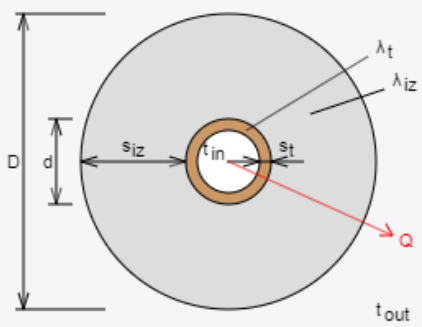
$$H_T = U_{em} \cdot \sum A_i = 0,21 \cdot 19,44 = 4,07 \text{ W/K}$$

Teplota v prostoru kontejneru by měla být udržována nad hodnotou 15 °C. Tím bude zabezpečena nejen ochrana proti mrazu, ale také budou sníženy tepelné ztráty z potrubí dopravujícího upravený vzduch do obytných místností. Výpočet je proveden pro stejné návrhové podmínky jako v kapitole 6.4.4. Je proto uvažována vnější teplota -15 °C. Na základě teplotního rozdílu je možné určit tepelnou ztrátu kontejneru Φ .

$$\Phi = H_T \cdot (\theta_i - \theta_e) = 4,07 \cdot (15 - (-15)) = 122 \text{ W}$$

P7.4 Návrh potrubní smyčky pro vytápění kontejnerů STR2 a STR3

Pomocí výpočtového nástroje Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [90] je navržena větev potrubí s otopnou vodou, která má do řešených kontejnerů dodat teplo odpovídající tepelné ztrátě stanovené v předchozím výpočtu.

| | | |
|---|--|--|
| Izolace | |  |
| MIRELON (PRO, POLAR, STABIL) ▾ | | |
| Rozměry izolace - tl. 20 ▾ | | |
| Tloušťka | $s_{iz} = 20$ mm | |
| Souč. tepelné vodivosti | | $\lambda_{iz} = 0.043$ W / m K |
| Trubka | | |
| PP-R Ekoplastik PN 16 ▾ | | |
| Rozměry trubky - 16x2.3 ▾ | | |
| Průměr | $d = 16$ mm | |
| Tloušťka stěny | $s_t = 2.3$ mm | |
| Souč. tepelné vodivosti | $\lambda_t = 0.22$ W / m K | |
|  <p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 56$ mm</p> | | |
| Potrubí | | |
| Teplota média | $t_{in} = 70$ °C | |
| Teplota v okolí potrubí | $t_{out} = 15$ °C | |
| Relativní vlhkost vzduchu | $rh = 50$ % ??? | |
| Teplota rosného bodu | $t_w = 4.9$ °C | |
| Součinitel přestupu tepla | | |
| na vnějším povrchu | $\alpha_e = 10$ W / m ² K | |
| Délka potrubí $l = 16$ m | | |
| Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) | DN 10 - DN 15 ▾ => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K | |
| Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí | $U_o = 0.185 \leq 0.15$ W / m K => NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 33.6 mm) | |
| Povrchová teplota izolovaného potrubí | $t_{p,iz} = 20.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci | |
| Tepelná ztráta potrubí bez izolace | $Q_p = 393.8$ W | |
| Tepelná ztráta potrubí s izolací | $Q_{iz} = 162.7$ W | |
| Energetická úspora izolovaného potrubí | 59 % | |

Dle výpočtu je při použití zadaného potrubí minimální délka potrubní smyčky **16 m**. To přibližně odpovídá vnitřnímu obvodu kontejneru a délce přípojovacího potrubí k ohřivači vzduchu, takže teplo může být distribuováno rovnoměrně do prostoru ohroženého mrazem.

Potrubí může být izolováno tvarovkami z pěnového polyethylenu o maximální tloušťce 20 mm. Potrubní smyčka pak má tepelný výkon 160 W, což stačí na pokrytí tepelné ztráty kontejneru. Neizolované potrubí by mělo ztrátu 390 W. Vzhledem k tomu, že kontejner může být vystaven i venkovním teplotám nižším než -15 °C, je třeba zvážit izolaci potrubí o menší tloušťce, případně potrubí v této části neizolovat vůbec.

P8. Návrh ohřivačů teplé vody v EDHO

Dle přípravy teplé vody je objekt nouzového bydlení rozdělen na dvě části:

- buňky HYG2s a HYG2h, které spojují 2 obytné buňky a slouží pro 16 osob,

- buňky HYG3s a HYG3h, které spojují 3 obytné buňky a slouží pro 24 osob.

V každé z částí je navržen jeden akumulární ohřivač teplé vody. Denní potřeba teplé vody V_{2p} , která je vstupní hodnotou pro návrh ohřivačů, je stanovena dle příslušného počtu osob. Je počítáno se specifickou potřebou teplé vody 20 l/os.den. Návrh ohřivačů je proveden v následující tabulce.

Tab. P8.1 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody a návrh ohřivačů teplé vody

| | | Zásobník 1 | Zásobník 2 | Celkem pro 1 EDHO |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Zdroj teplé vody pro buňky: | | HYG2s + HYG2h | HYG3s + HYG3h | |
| Denní potřeba teplé vody | V_{2p} (l/den) | 320 | 480 | 800 |
| | V_{2p} (m ³ /den) | 0,32 | 0,48 | 0,8 |
| Teplo odebrané z ohřivače | E_{2t} (kWh) | 16,7 | 25,1 | 41,8 |
| Ztráty tepla z ohřivače | z (-) | 0,10 | 0,08 | |
| | E_{2z} (kWh) | 1,7 | 2,0 | 3,7 |
| Denní potřeba tepla | E_{2p} (kWh) | 18,4 | 27,1 | 45,5 |
| Hodinová potřeba tepla | $Q_{TV,h}$ (kWh = kW) | 0,8 | 1,1 | 1,9 |
| Potřebná kapacita zásobníku | ΔE_{max} (kWh) | 6,3 | 9,4 | 15,7 |
| Minimální velikost zásobníku | V_z (l) | 120 | 180 | 300 |

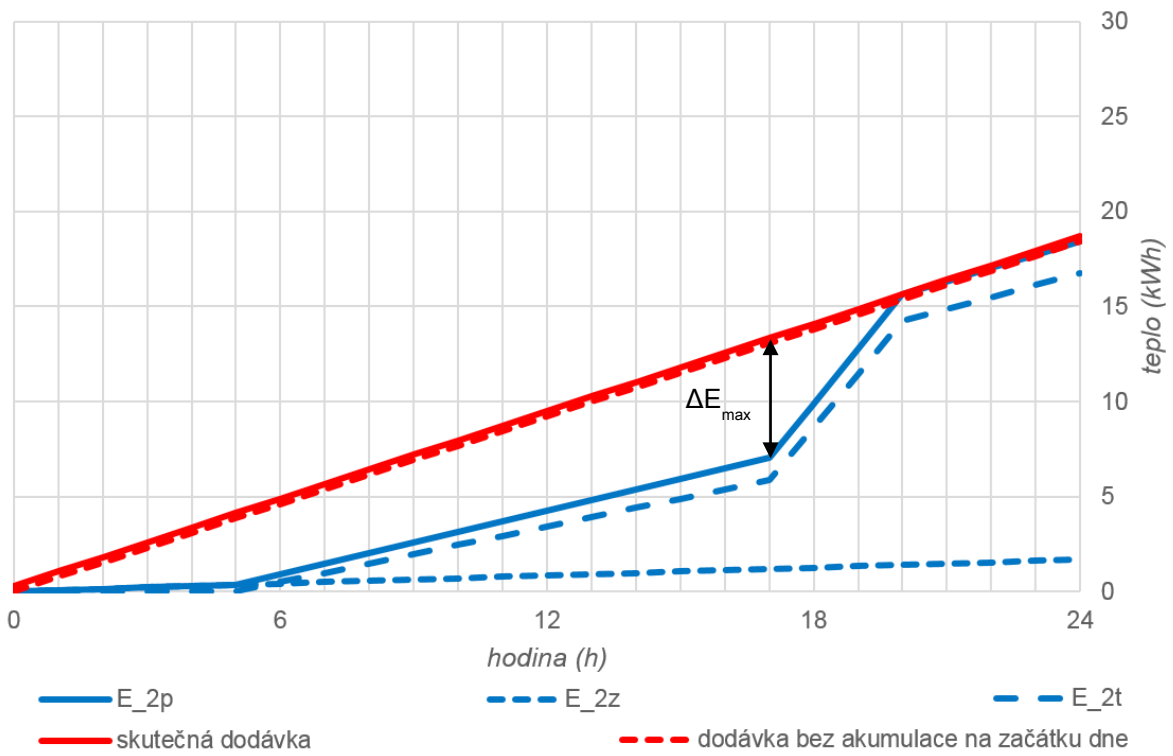
Ve výpočtu je uvažovaná objemová hmotnost vody $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, měrná tepelná kapacita vody $c = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$, teplota studené vody (na vstupu do ohřivače) $\theta_c = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplota teplé vody (na výstupu z ohřivače) $\theta_h = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplo odebrané z ohřivače je určeno ze vzorce

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_h - \theta_c)$$

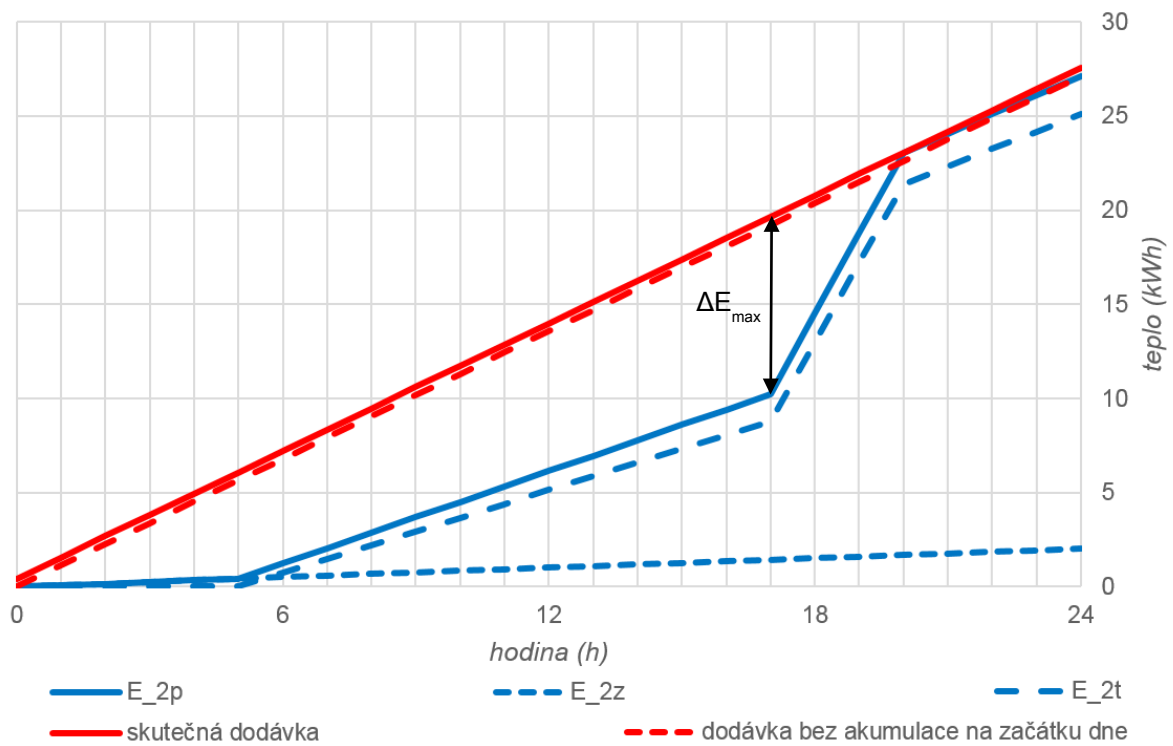
Následně jsou stanoveny ztráty tepla z ohřivače poměrem z (-), jehož hodnota byla odhadnuta na základě parametrů výrobků dostupných v současné době na trhu. [36] Vynásobením odebraného tepla E_{2t} poměrem z je získána ztráta E_{2z} v kWh. Součtem odběru a ztráty je pak denní potřeba tepla E_{2p} , ze které je dále možno získat hodinovou potřebu tepla na ohřev teplé vody, a to vydělením 24 hodinami. Součet hodinové potřeby tepla pro oba zásobníky, tj. pro celý EDHO, (1,9 kWh) je použit ve výpočtu celkové potřeby tepla pro komplex nouzového bydlení v kapitole 7.1.1.

Potřebná kapacita zásobníků ΔE_{max} v kWh je stanovena jako největší rozdíl mezi křivkou odběru a křivkou kontinuálního ohřevu (dodávky) teplé vody během dne. Řešení je ukázáno na Obr. P8.1 pro zásobník 1 a Obr. P8.2 pro zásobník 2. Je použita křivka odběru teplé vody pro bytové domy dle ČSN 06 0320. [14] Z kapacity zásobníku v kWh je nakonec určena minimální velikost zásobníku ze vzorce

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (\theta_h - \theta_c)}$$



Obr. P8.1 Křivka odběru a dodávky teplé vody během dne pro zásobník 1



Obr. P8.2 Křivka odběru a dodávky teplé vody během dne pro zásobník 2

P9. Potřeba elektrické energie v EDHO

Tab. P9.1 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro jednotlivé buňky

| Buňka | Spotřebič | Hodina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Energie (kWh) | Max. příkon (kW) |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------|----|----|----|----|----|----|------|------|----|----|------|------|----|----|----|----|----|------|----|-----|-----|----|-----|---------------|------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | |
| EDHU (4 osoby) | osvětlení (LED zářivky) | | | | | | | | | 40 | 40 | | | | | | | | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | 0,3 | 0,04 |
| | počítač | | | | | | | | | | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | | 1,0 | 0,07 |
| | drobné osobní spotřebiče | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0,4 | 0,02 |
| | ysavač | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1500 | | | | | | 1,5 | 1,50 |
| | žehlička | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1200 | | | | | | 1,2 | 1,20 |
| | | Celkem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,4 | 2,82 |
| HYG2s nebo HYG2h (8 osob) | osvětlení (LED zářivky) | | | | | | | | | 47 | 47 | 47 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | | 0,5 | 0,05 |
| | lednice | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 2,2 | 0,09 |
| | varná plotýnka | | | | | | | | | | | | 2500 | 2500 | | | | | | | | | | | | 5,0 | 2,50 |
| | rychlovamá konvice | | | | | | | | | 2200 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,2 | 2,20 |
| | mikrovlánná trouba | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 700 | 700 | | | 1,4 | 0,70 |
| fén | | | | | | | | | 2200 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,2 | 2,20 | |
| | | Celkem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13,0 | 7,69 |
| HYG3s nebo HYG3h (12 osob) | osvětlení (LED zářivky) | | | | | | | | | 48 | 48 | 48 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | | 0,5 | 0,05 |
| | lednice | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 2,2 | 0,09 |
| | varná plotýnka | | | | | | | | | | | | 2500 | 2500 | | | | | | | | | | | | 5,0 | 2,50 |
| | rychlovamá konvice | | | | | | | | | 2200 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,2 | 2,20 |
| | mikrovlánná trouba | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 700 | 700 | | | 1,4 | 0,70 |
| fén (pouze v jedné z koupelen) | | | | | | | | | 2200 | | | | | | | | | | | | | | | | 2,2 | 2,20 | |
| | | Celkem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13,0 | 7,69 |

... počet spotřebičů v buňce je omezen za účelem snížení současného příkonu

Tab. P9.2 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro objekt nouzového bydlení – uživatelská energie

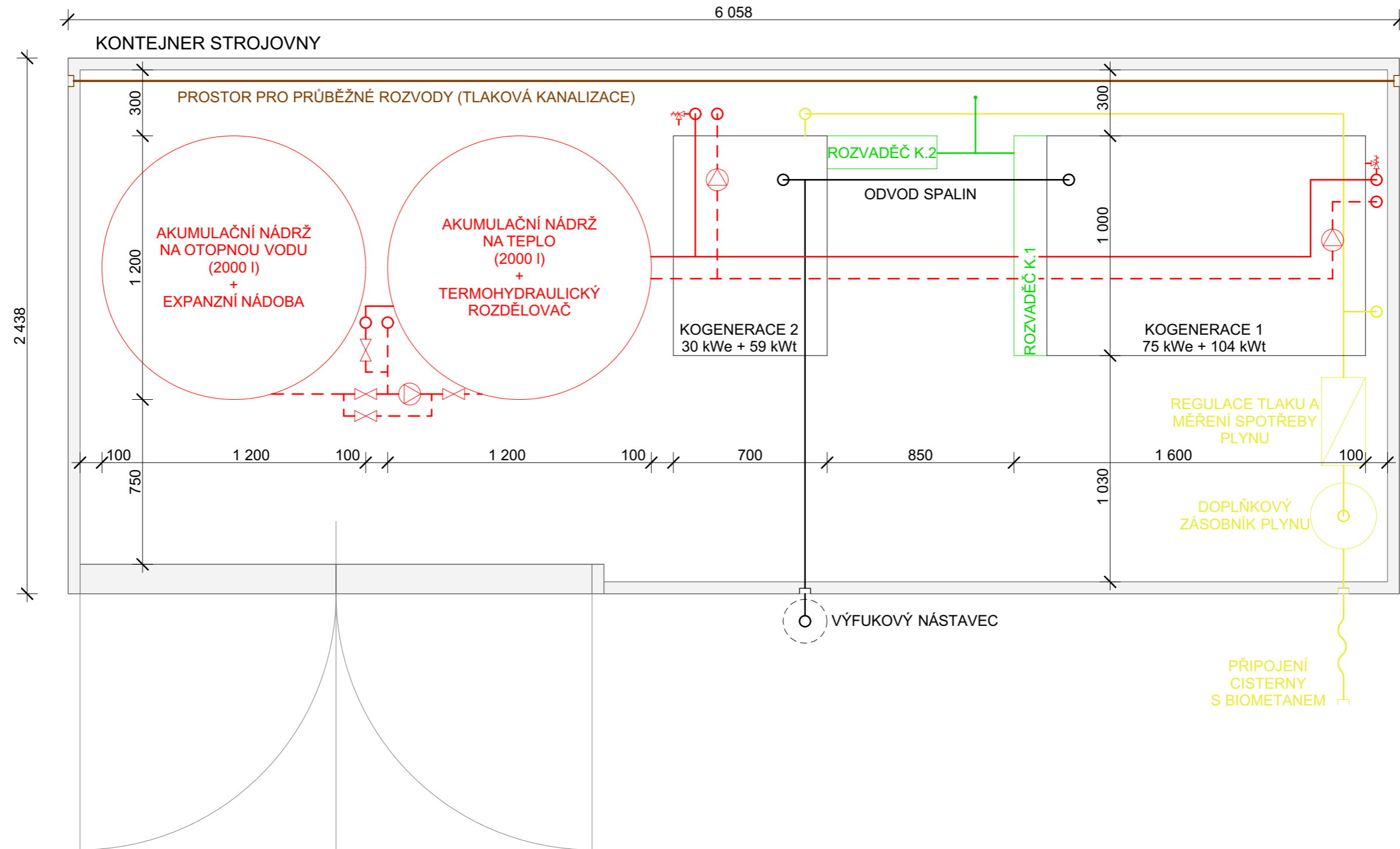
| Buňky | Spotřebič | Hodina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Energie (kWh) | Max. příkon (kW) | |
|----------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------------------|--------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | | |
| Uživatelská energie | 10x EDHU (40 osob) | osvětlení (LED zářivky) | | | | | | | | | 400 | 400 | | | | | | | | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | | 3,2 | 0,40 |
| | | počítač | | | | | | | | | | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 9,8 | 0,65 |
| | | drobné osobní spotřebiče | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 3,6 | 0,15 |
| | | ysavač (2 ks na 1 EDHO) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3000 | 3000 | 3000 | | | 9,0 | 3,00 |
| | | žehlička (2ks na 1 EDHO) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2400 | 2400 | 2400 | | | 7,2 | 2,40 |
| | HYG2s HYG2h HYG3s HYG3h | osvětlení (LED zářivky) | | | | | | | | | 190 | 190 | 190 | 40 | 40 | 40 | 40 | | | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 | 2,1 | 0,19 |
| | | lednice | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 8,6 | 0,36 |
| | | varná plotýnka | | | | | | | | | | | | 10000 | 10000 | | | | | | | | | | | | 20,0 | 10,00 |
| | | rychlovamá konvice | | | | | | | | | 8800 | | | | | | | | | | | | | | | | 8,8 | 8,80 |
| | | mikrovlánná trouba | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2800 | 2800 | | | 5,6 | 2,80 |
| fén (4 ks na 1 EDHO) | | | | | | | | | 8800 | | | | | | | | | | | | | | | | 8,8 | 8,80 | | |
| Celkem | | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 510 | 18700 | 1750 | 1350 | 11200 | 11200 | 1200 | 1200 | 1160 | 1160 | 1350 | 7150 | 7150 | 9950 | 4550 | 1750 | 1750 | 510 | 86,7 | 18,70 |

... počet spotřebičů v buňce je omezen za účelem snížení současného příkonu

Tab. P9.3 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro objekt nouzového bydlení – energie pro technické zařízení EDHO

| Buňka | Spotřebič | Hodina | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | Energie (kWh) | Max. příkon (kW) | |
|-------------------------|---------------|--|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|------------------|------|
| | | Příkon (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Technické zařízení EDHO | NOV2 | čerpadlo - splašková voda | | | | | | | | | 750 | 750 | | | | | | | | | | | | | | | 1,5 | 0,75 | |
| | | čerpadlo – užitková voda | | | | | | | | | | | | 230 | 230 | | | | | | | | | | 230 | 230 | | 0,9 | 0,23 |
| | | čerpadlo - pitná voda z cisterny | | | | | 230 | | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 230 | | 2,3 | 0,23 |
| | NOV3 | čerpadlo - splašková voda | | | | | | | | | | | | | | 750 | 750 | | | | | | | | | | | 1,5 | 0,75 |
| | | čerpadlo – užitková voda (2x) | | | | | | | | | | | | 460 | 460 | | | | | | | | | | 460 | 460 | | 1,8 | 0,46 |
| | INV2 | regulační uzel u ohříváče vzduchu | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 0,7 | 0,03 |
| | | VZT jednotka | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 3,6 | 0,15 |
| | | servopohon regulační klapky na vstupu vzduchu do EDHU (2x) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0,2 | 0,01 |
| | STR2 | regulační uzel u ohříváče vzduchu | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 0,7 | 0,03 |
| | | VZT jednotka | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 3,6 | 0,15 |
| | | servopohon regulační klapky na vstupu vzduchu do EDHU (2x) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0,2 | 0,01 |
| | INV3 | regulační uzel u ohříváče vzduchu | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 0,7 | 0,03 |
| | | VZT jednotka | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 3,6 | 0,15 |
| | | servopohon regulační klapky na vstupu vzduchu do EDHU (3x) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0,4 | 0,02 |
| | STR3 | regulační uzel u ohříváče vzduchu | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 0,7 | 0,03 |
| | | VZT jednotka | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 3,6 | 0,15 |
| | | servopohon regulační klapky na vstupu vzduchu do EDHU (3x) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 0,4 | 0,02 |
| | Celkem | | 770 | 770 | 770 | 770 | 1000 | 770 | 1000 | 770 | 1750 | 1520 | 1690 | 1460 | 1750 | 1520 | 1000 | 770 | 1000 | 770 | 1000 | 770 | 1000 | 1460 | 1690 | 770 | 26,5 | 1,75 | |

... režim spouštění čerpadel bude nastaven tak, aby nebylo provozováno větší množství čerpadel najednou



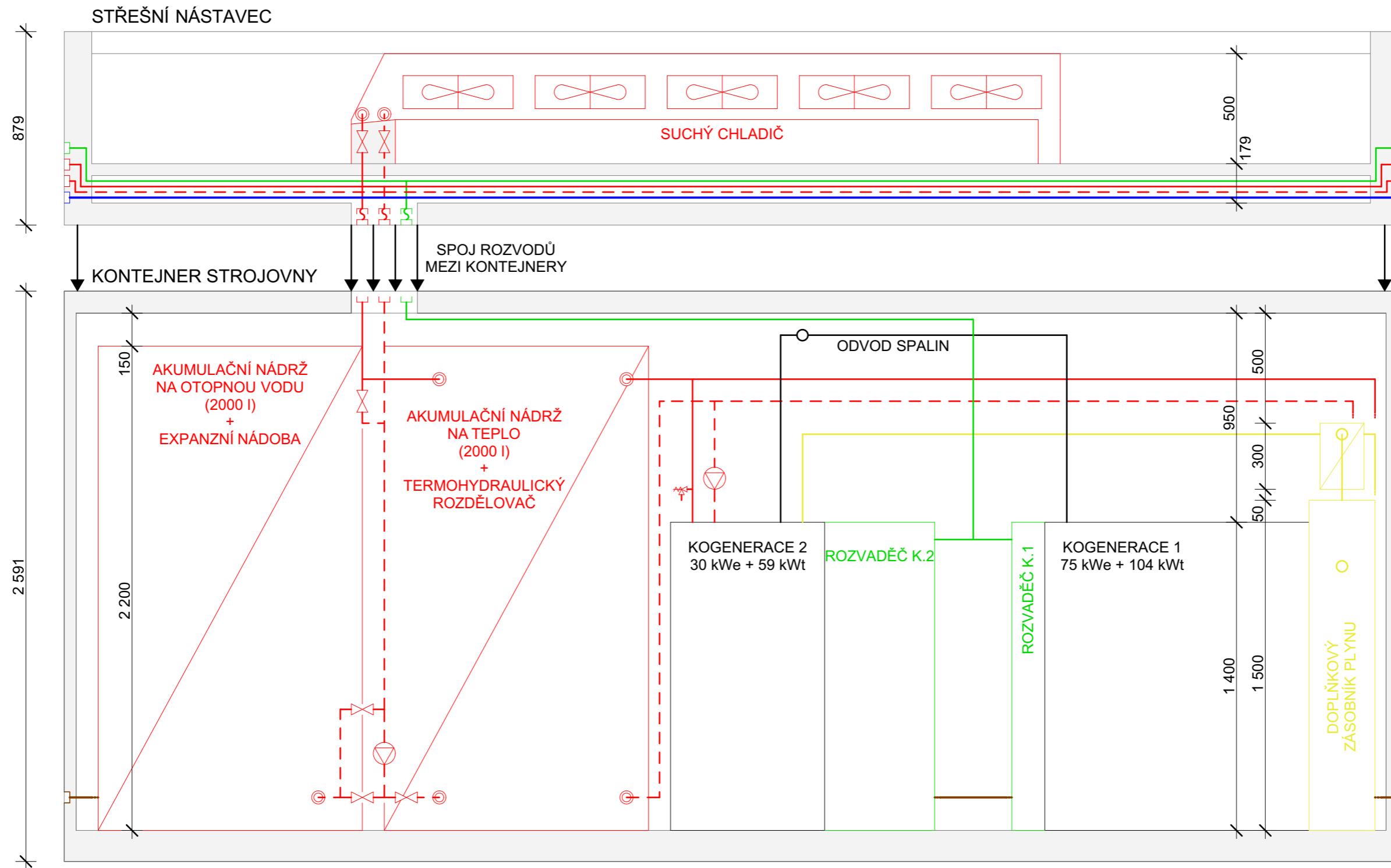
LEGENDA

- | | |
|--|--|
| --- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C) | SOUČÁSTI OTOPNÉ SOUSTAVY |
| --- ROZVODY ELEKTŘINY | ELEKTRICKÉ ROZVADĚČE |
| --- ROZVODY PLYNU (BIOMETANU) | SOUČÁSTI PALIVOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ |
| --- VÝFUKOVÝ SYSTÉM MOTORŮ | KOGENERAČNÍ JEDNOTKY |
| --- TLAKOVÁ KANALIZACE | KONSTRUKCE KONTEJNERU |

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 10
VÝKRES P10.1

PŮDORYS KVET KONTEJNERU
M 1:20



LEGENDA

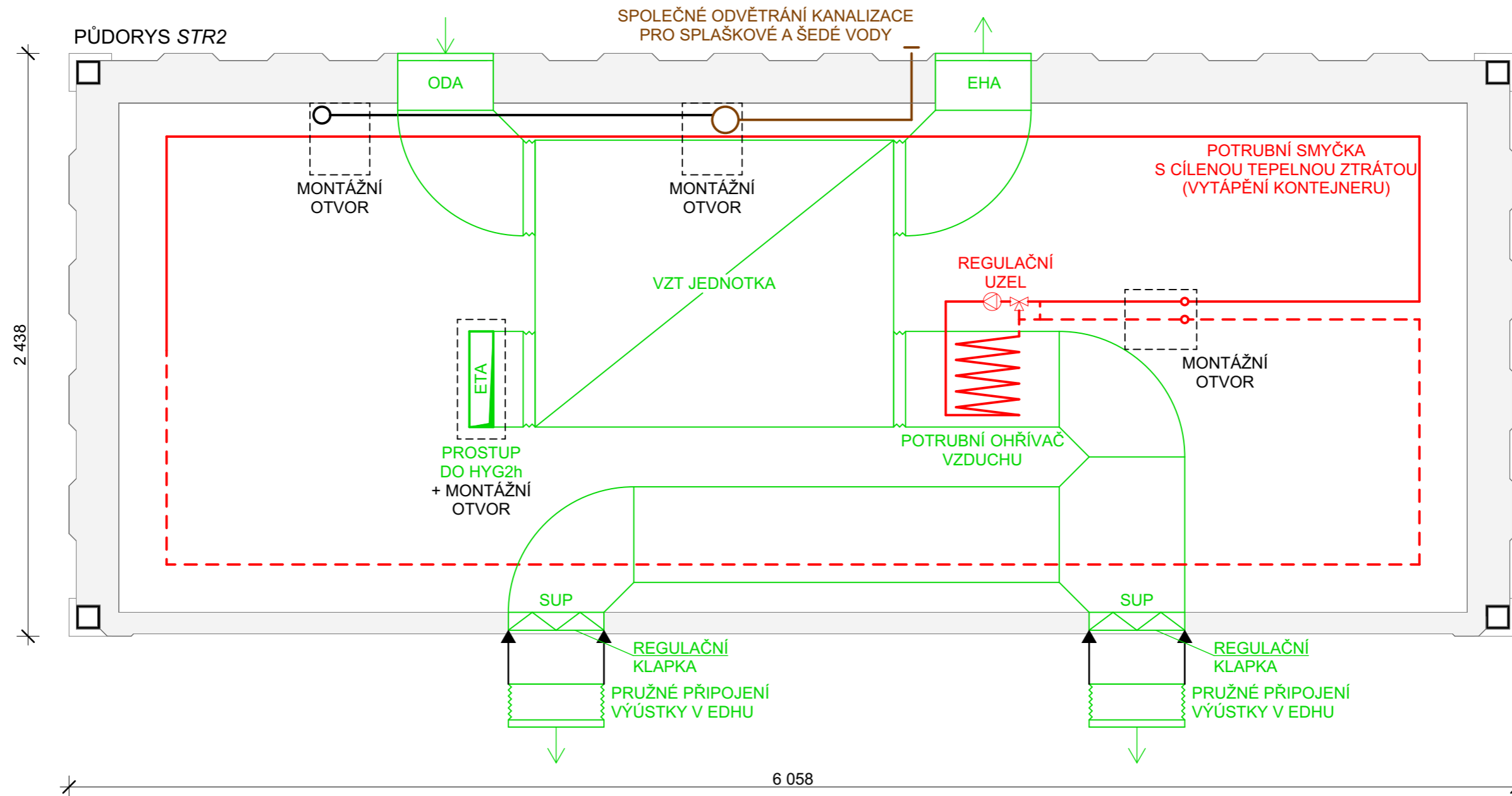
- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- ROZVODY ELEKTŘINY
- ROZVODY PLYNU (BIOMETANU)
- VÝFUKOVÝ SYSTÉM MOTORŮ
- TLAKOVÁ KANALIZACE
- VODOVOD - PITNÁ VODA

- SOUČÁSTI OTOPNÉ SOUSTAVY
- ELEKTRICKÉ ROZVADĚČE
- SOUČÁSTI PALIVOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ
- KOGENERAČNÍ JEDNOTKY
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 10
VÝKRES P10.2

ŘEZ KVET KONTEJNEREM
M 1:20



LEGENDA

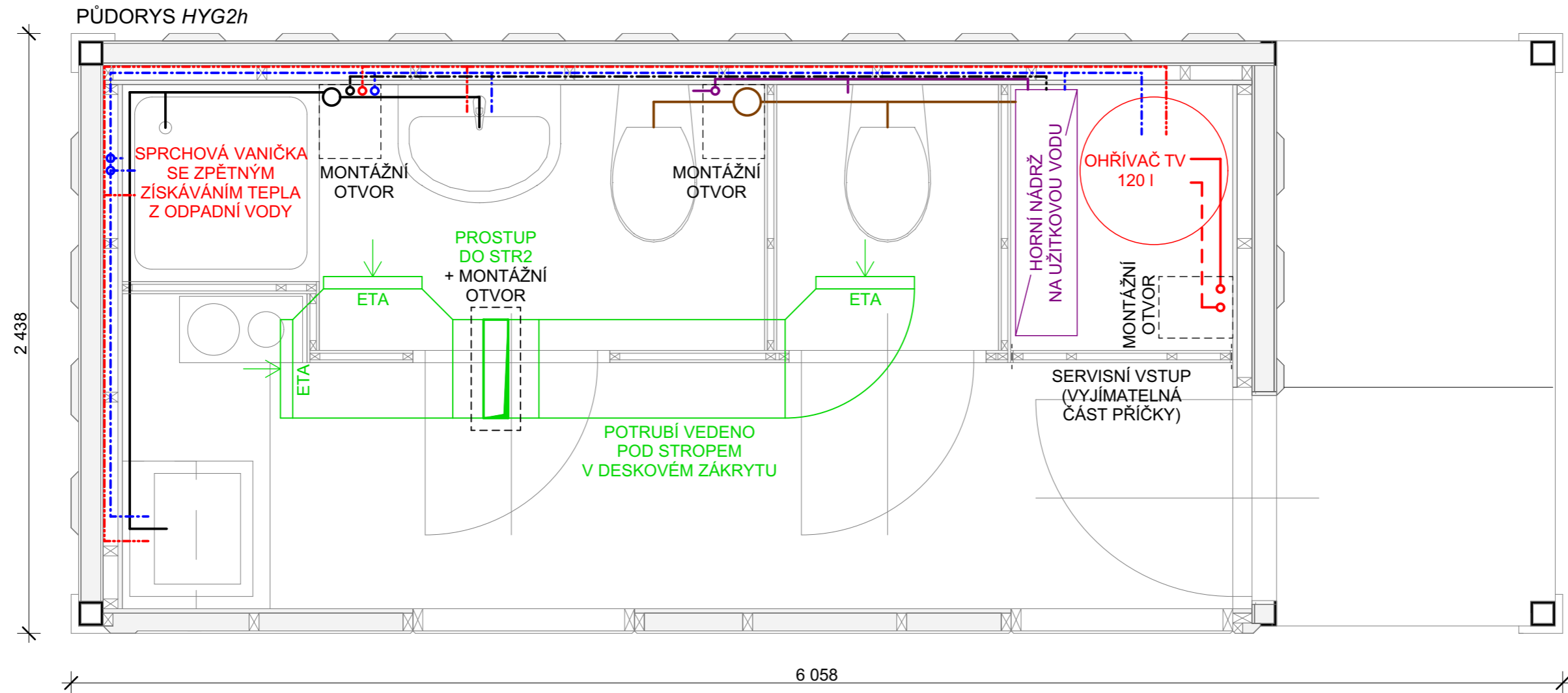
- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA

- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.1

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU STR2
M 1:20



LEGENDA

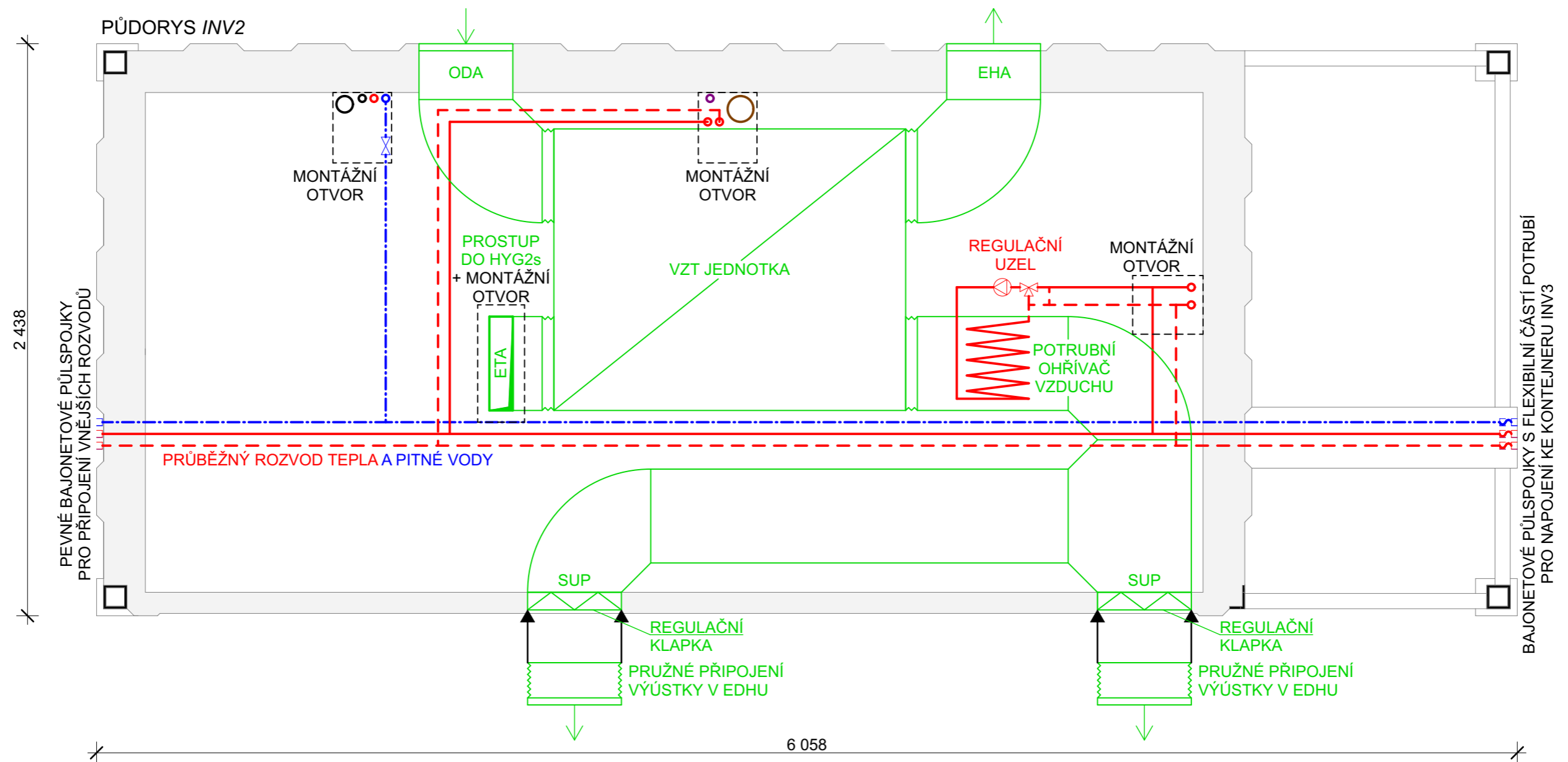
- — — ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- - - - - VODOVOD - PITNÁ VODA
- · - · - VODOVOD - TEPLÁ VODA
- · - · - VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- — — VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.2

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU HYG2h
M 1:20



LEGENDA

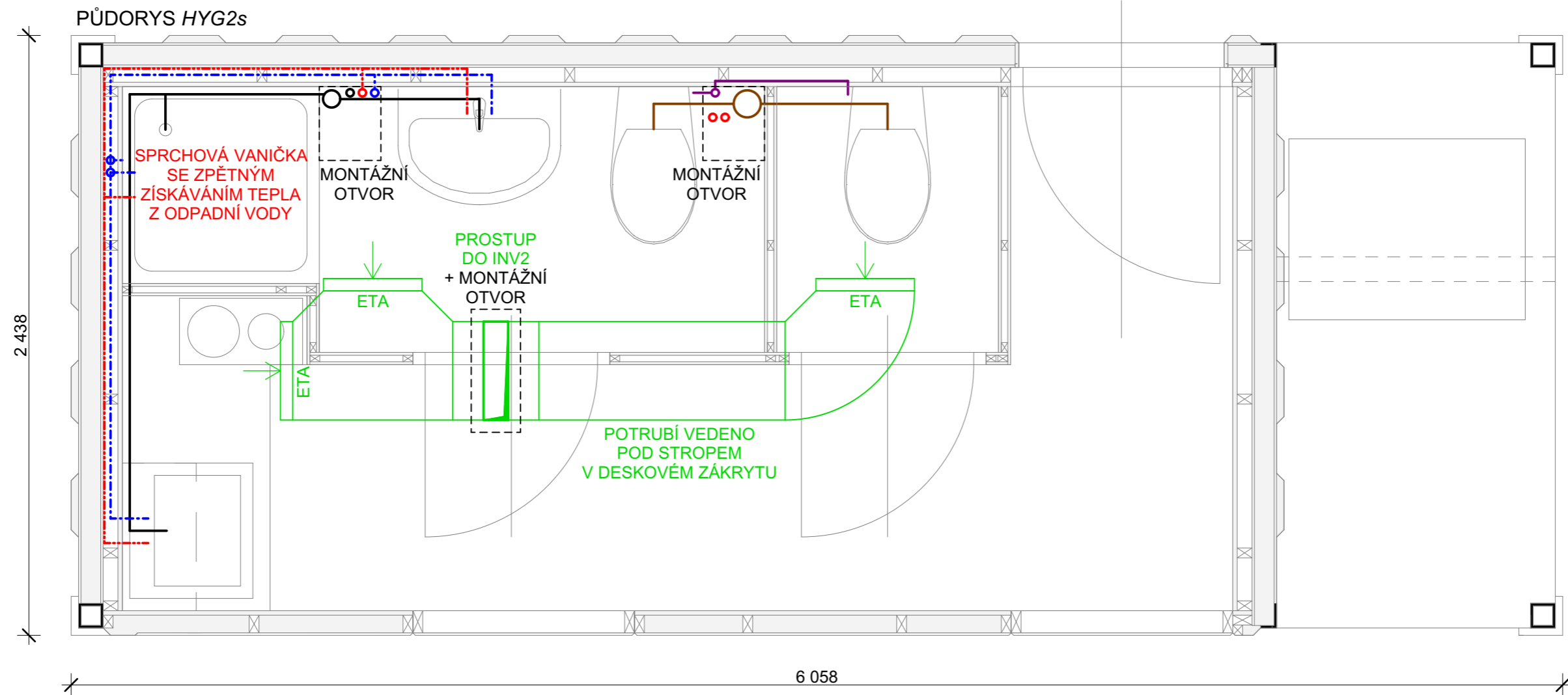
- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- VODOVOD - PITNÁ VODA
- VODOVOD - TEPLÁ VODA
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.3

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU INV2
M 1:20



LEGENDA

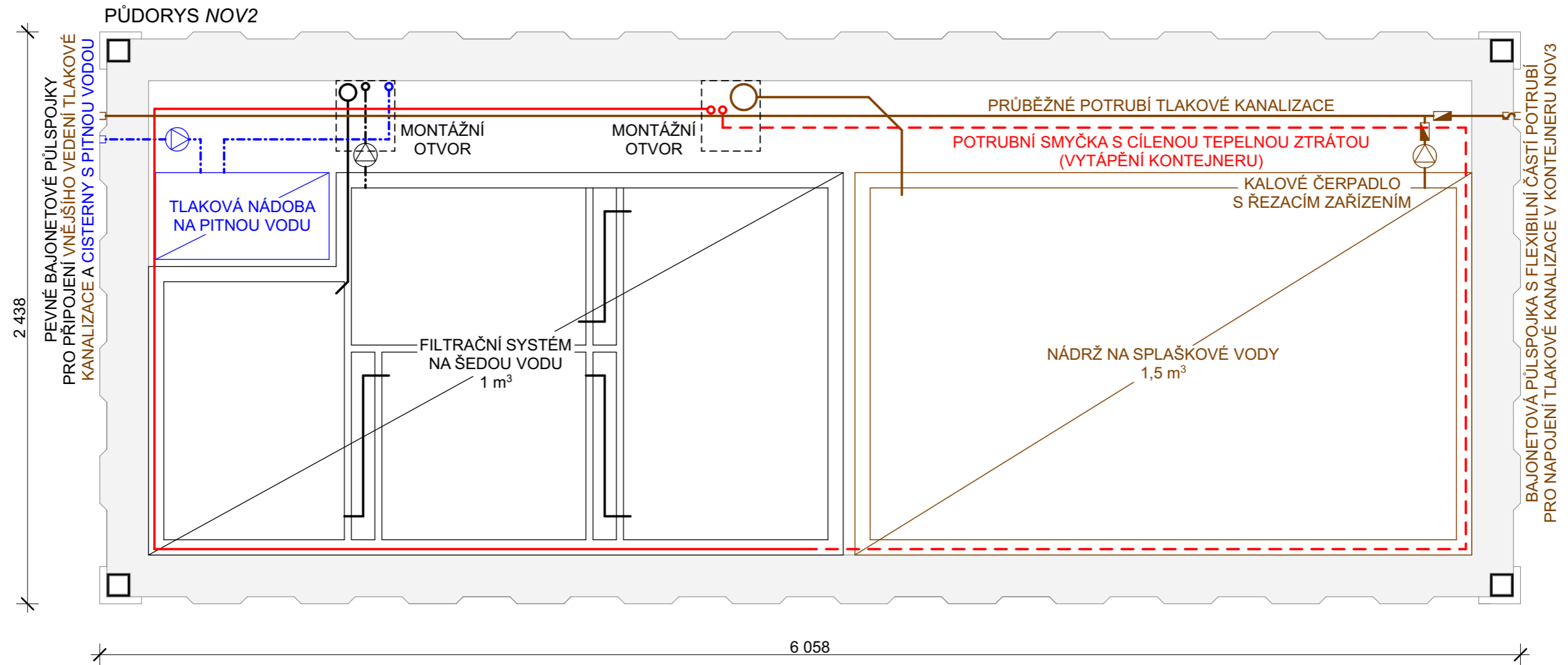
- — — ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- - - - - VODOVOD - PITNÁ VODA
- · - · - VODOVOD - TEPLÁ VODA
- · - · - VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- — — VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- — — KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- — — KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- □ □ VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- □ □ KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.4

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU HYG2s
M 1:20



LEGENDA

- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- VODOVOD - PITNÁ VODA
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)

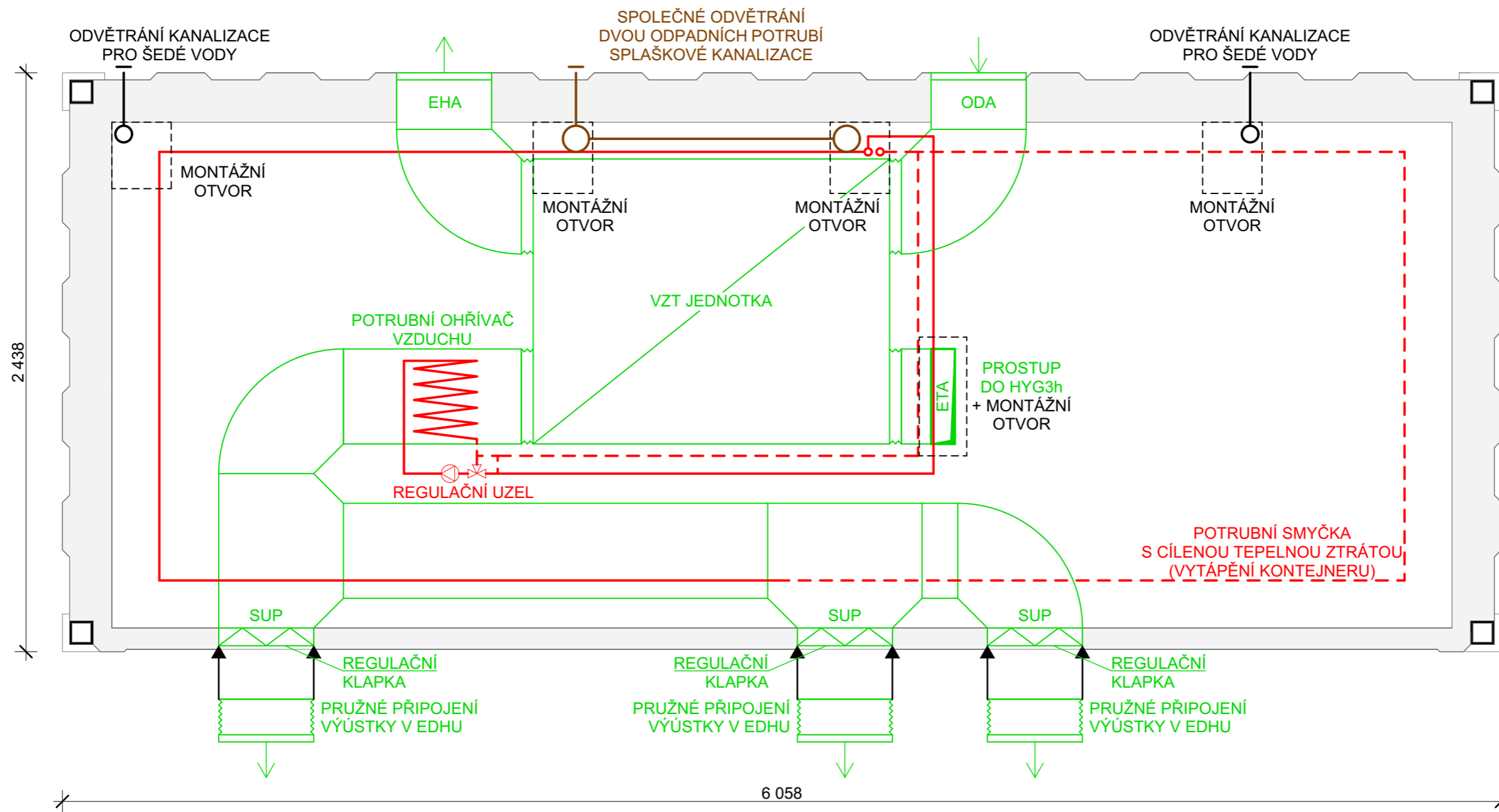
- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE POUZE VYBRANÉ ARMATURY KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.5

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU NOV2
M 1:20

PŮDORYS STR3



LEGENDA

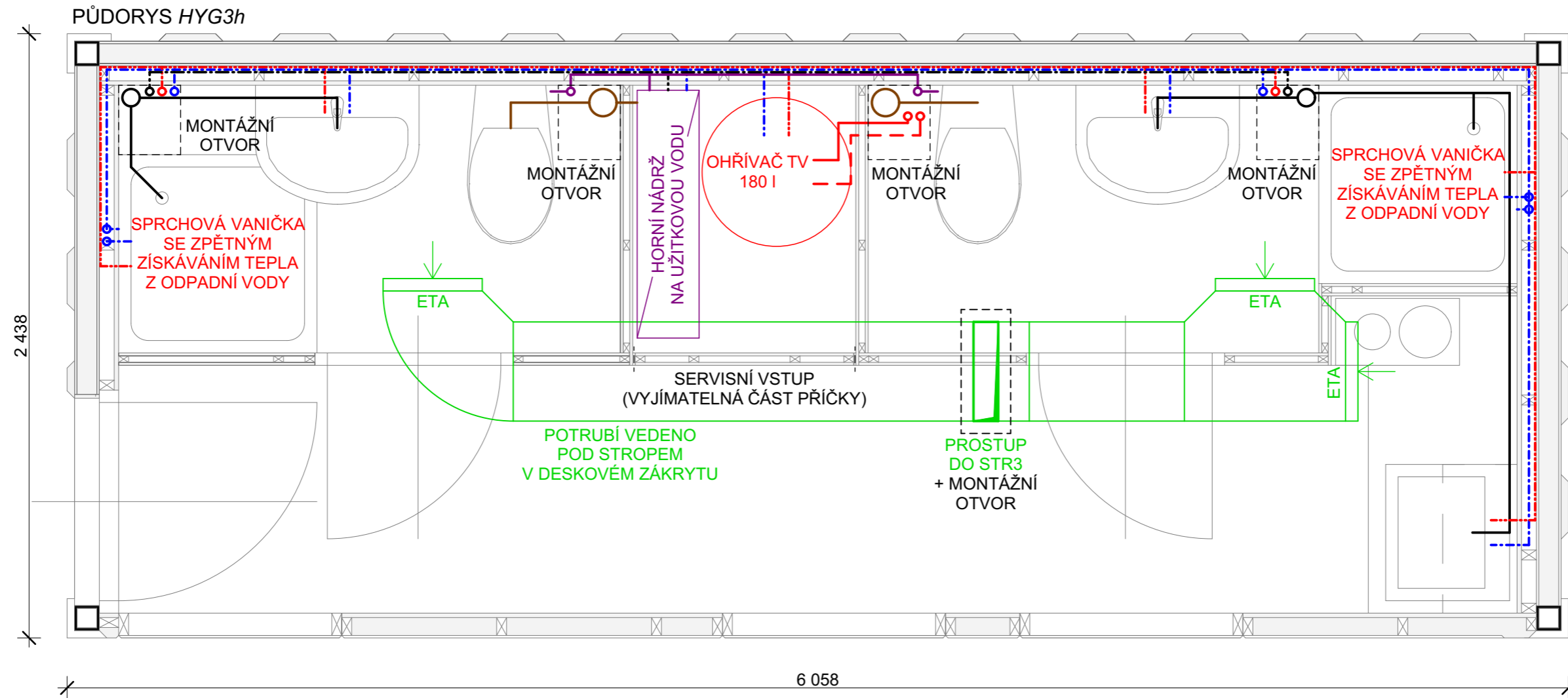
- - - ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA

- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.6

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU STR3
M 1:20



LEGENDA

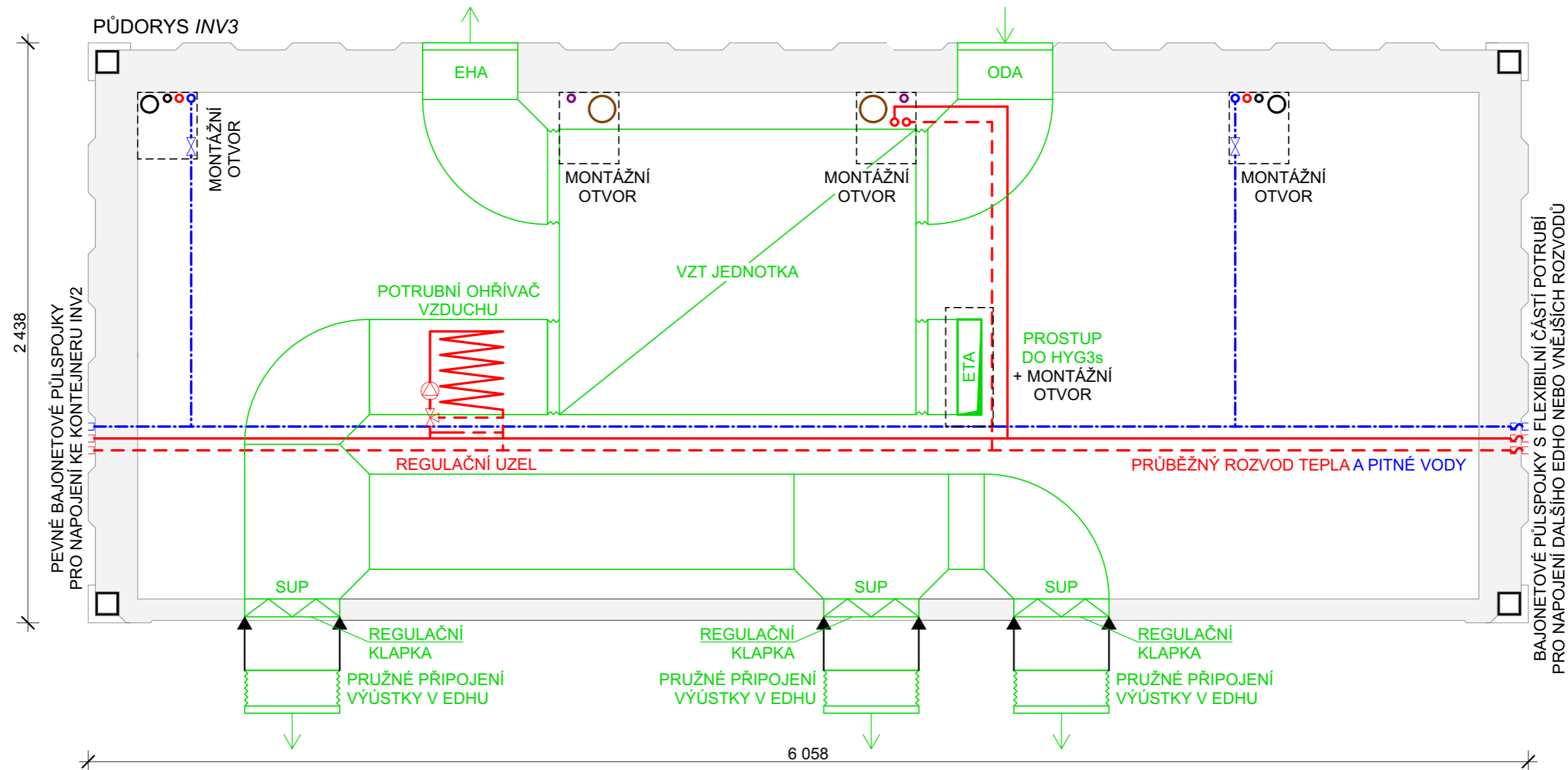
- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- VODOVOD - PITNÁ VODA
- VODOVOD - TEPLÁ VODA
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.7

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU HYG3h
M 1:20



LEGENDA

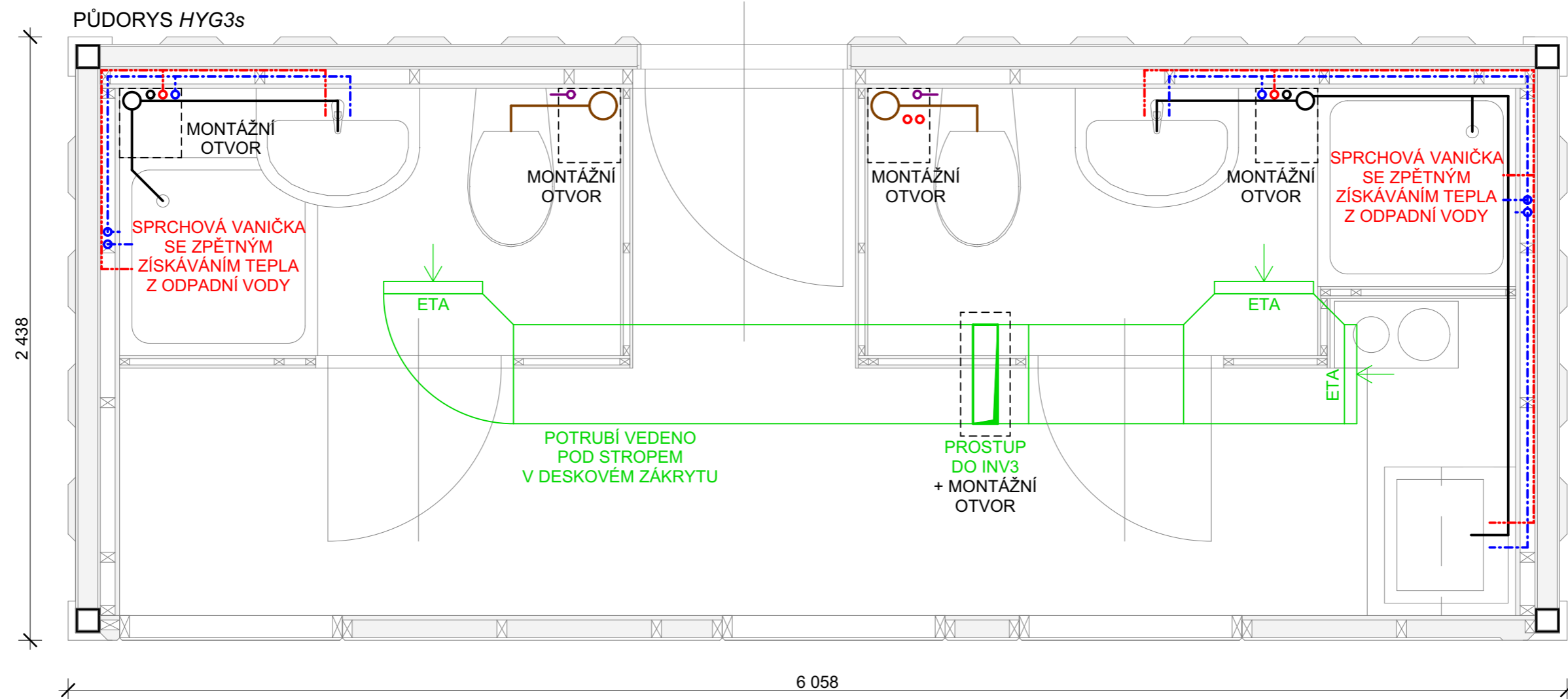
- — — ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- - - - - VODOVOD - PITNÁ VODA
- - - - - VODOVOD - TEPLÁ VODA
- · - · - VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- — — VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- — — KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- — — KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- — — VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.8

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU INV3
M 1:20



LEGENDA

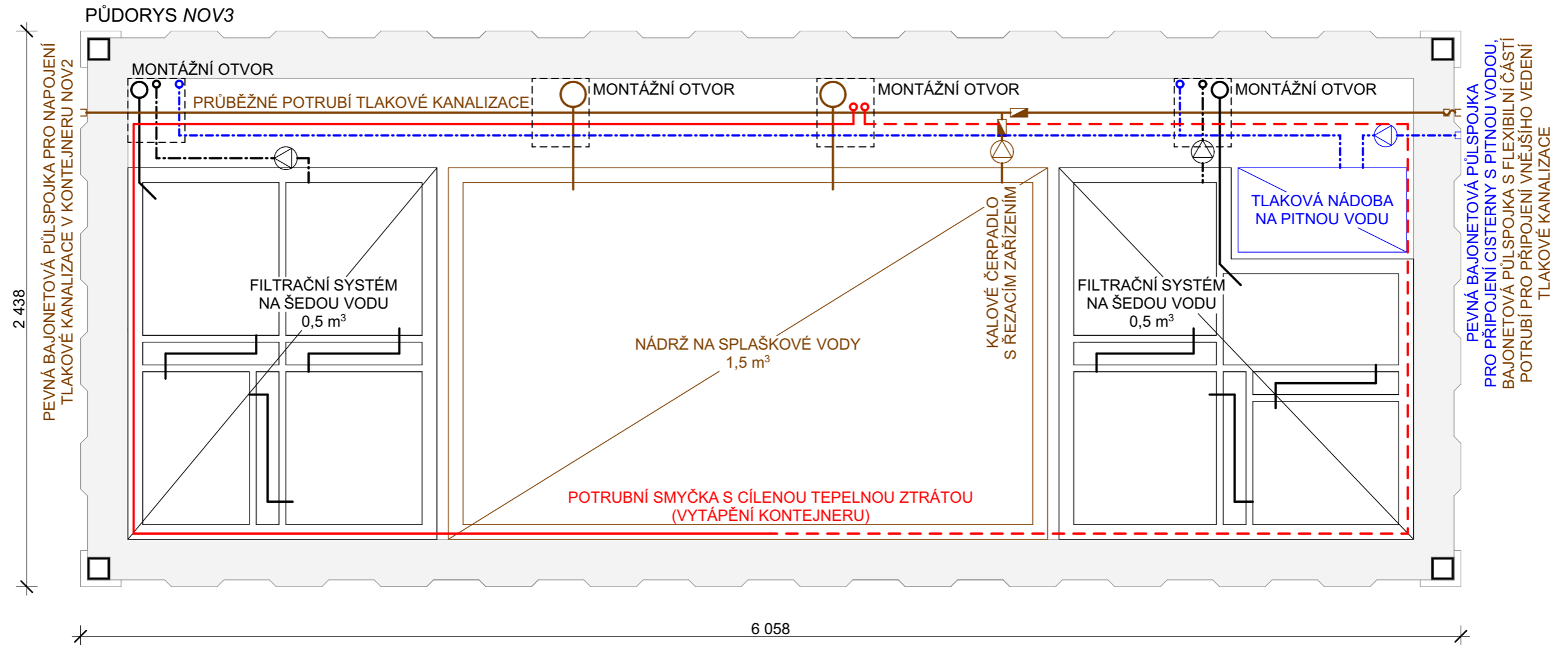
- ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- - - VODOVOD - PITNÁ VODA
- - - VODOVOD - TEPLÁ VODA
- - - VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)
- VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (GRAVITAČNÍ ROZVOD)

- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE
POUZE VYBRANÉ ARMATURY
KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.9

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU HYG3s
M 1:20



LEGENDA

- — — ROZVODY TEPLA (OTOPNÉ VODY 70 °C / 60 °C)
- - - - - VODOVOD - PITNÁ VODA
- - - - - VODOVOD - UŽITKOVÁ VODA (TLAKOVÝ ROZVOD)

- KANALIZACE - ŠEDÁ VODA
- KANALIZACE - SPLAŠKOVÁ VODA
- KONSTRUKCE KONTEJNERU

POZN.: SCHÉMA OBSAHUJE POUZE VYBRANÉ ARMATURY KLÍČOVÉ PRO FUNKCI SOUSTAV

PŘÍLOHA Č. 11
VÝKRES P11.10

PŮDORYS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ V KONTEJNERU NOV3
M 1:20

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obr. 2.1.1 Kontejner nouzového přežití [43] | 14 |
| Obr. 2.1.2 Prostor tělocvičny využitý pro nouzové ubytování [45] | 15 |
| Obr. 2.1.3 Budova z obytných buněk pro sociální bydlení [47] | 16 |
| Obr. 2.2.1 Mobilní toaleta [49] | 17 |
| Obr. 2.2.2 Sanitární buňka s fekálním tankem [51] | 17 |
| Obr. 2.2.3 Pohled do koupelny tvořené hygienickou buňkou [52] | 18 |
| Obr. 2.3.1 Kontejnerové provedení kogenerace Wave [56] | 19 |
| Obr. 2.3.2 Univerzální mobilní úpravný vody UMUV 1 ve vybavení AČR [23] | 19 |
| Obr. 2.3.3 Kontejnerová čistírna odpadních vod AS-ISO MBR – kontejner s technologiemi ČOV [24] | 20 |
| Obr. 2.3.4 Sestava kontejnerů varna + výdejna stravy včetně připojených stanů a fekálních tanků [59] | 20 |
| Obr. 3.1.1 Funkční schéma komplexu nouzového bydlení (M 1:500) | 21 |
| Obr. 3.2.1 Časové souvislosti použití komplexu nouzového bydlení | 24 |
| Obr. 3.3.2 Možnost uspořádání objektu nouzového bydlení při velkém sklonu terénu (M 1:100) | 25 |
| Obr. 3.3.3.1 Schéma lineárního uspořádání komplexu nouzového bydlení | 26 |
| Obr. 3.3.3.2 Schéma blokového uspořádání komplexu nouzového bydlení | 27 |
| Obr. 3.3.4.1 Schéma EDHC v krátkodobé lineární variantě s „malou“ kapacitou 80 osob (M 1:600) | 28 |
| Obr. 3.3.4.2 Schéma EDHC v dlouhodobé lineární variantě s „malou“ kapacitou 80 osob (M 1:600) | 29 |
| Obr. 3.3.4.3 Schéma EDHC v krátkodobé lineární variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600) | 30 |
| Obr. 3.3.4.4 Schéma EDHC v dlouhodobé lineární variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600) | 31 |
| Obr. 3.3.4.5 Schéma EDHC v krátkodobé blokové variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600) | 32 |
| Obr. 3.3.4.6 Schéma EDHC v dlouhodobé blokové variantě s „velkou“ kapacitou 160 osob (M 1:600) | 33 |
| Obr. 3.4.0.1 Bajonetová půlspojka typu STORZ [60] | 34 |
| Obr. 3.4.0.2 Vidlicová spojka [61] | 34 |
| Obr. 3.4.1 Energetický kontejner Alfons [21] | 34 |
| Obr. 3.4.4 Vojenský výsuvný kontejner – mobilní zdravotnické pracoviště [59] | 36 |
| Obr. 3.4.6 Vojenský stan vzor S65 [42] | 37 |
| Obr. 3.5.3.1 Postup montáže EDWT | 39 |
| Obr. 3.5.3.2 Horní a spodní kontejner EDWT ve složeném stavu | 39 |
| Obr. 3.5.3.3 EDWT v rozloženém stavu | 40 |
| Obr. 4.1.1 Dispoziční schéma EDHO – 1. nadzemní podlaží (M 1:100) | 42 |
| Obr. 4.1.2 Dispoziční schéma EDHO – 2. nadzemní podlaží (M 1:100) | 43 |
| Obr. 4.2.1 Schéma sestavení kontejnerů EDHO (M 1:200) | 44 |
| Obr. 4.2.2 Podkladní patka pro ISO kontejnery [30] | 45 |
| Obr. 4.2.3 Vnější těsnicí pásy do spár mezi kontejnery (M 1:10) | 45 |
| Obr. 4.3.2 Grafické znázornění vnitřních tepelných zisků v EDHO | 48 |
| Obr. 4.3.3 Ukázka vlastního výpočtového nástroje | 50 |
| Obr. 5.1.1 Autojeřáb AD 20.2 a nosič kontejnerů T 815 8x8 [63] | 51 |
| Obr. 5.1.2 Manipulace pomocí vidlicového překladače [64] | 52 |
| Obr. 5.2.1 Půdorys nosné konstrukce EDHU (M 1:50) | 56 |
| Obr. 5.2.2 Řez hlavní nosnou konstrukcí EDHU ve složeném stavu (M 1:50) | 56 |
| Obr. 5.2.3 Řez hlavní nosnou konstrukcí EDHU v rozloženém stavu (M 1:50) | 57 |
| Obr. 5.2.3.1 Statické schéma sloupu | 58 |
| Obr. 5.2.3.2 Napínací zařízení pro málo namáhaná lanka [67] | 59 |
| Obr. 5.2.3.3 Detail spoje teleskopického sloupu (M 1:2) | 60 |
| Obr. 5.2.3.4 Umístění sloupu mezi tvarově odlišné vodorovné rámy (M 1:50, zvětšení 1:5) | 61 |
| Obr. 5.3.1.1 Princip rozkládání EDHU | 62 |
| Obr. 5.3.1.2 Reálný postup rozkládání EDHU – přemístění buňky pomocí jeřábu | 62 |
| Obr. 5.3.1.3 Reálný postup rozkládání EDHU – buňka ve složeném stavu | 62 |
| Obr. 5.3.1.4 Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání horních podélných stěn | 63 |
| Obr. 5.3.1.5 Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání horních příčných stěn | 63 |
| Obr. 5.3.1.6 Reálný postup rozkládání EDHU – buňka s rozloženým horním podlažím | 63 |
| Obr. 5.3.1.7 Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání spodních podélných stěn | 63 |
| Obr. 5.3.1.8 Reálný postup rozkládání EDHU – rozkládání spodních příčných stěn | 63 |
| Obr. 5.3.1.9 Reálný postup rozkládání EDHU – buňka v rozloženém stavu | 63 |
| Obr. 5.3.3 Detail odvodnění střechy EDHU (M 1:5) | 67 |
| Obr. 5.3.4.1 Kloub skládací stěny EDHU (M 1:5) | 68 |
| Obr. 5.3.4.2 Tvar těsnících profilů pro spáry s kloubovým prvkem (M 1:2) | 69 |
| Obr. 5.3.4.3 Tvar těsnících profilů pro spáry bez kloubového prvku (M 1:5) | 69 |
| Obr. 5.3.4.4 Vnitřní těsnicí pásy do spáry mezi kontejnery (M 1:10) | 70 |
| Obr. 5.3.5.1 Geometrie výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 71 |
| Obr. 5.3.5.2 Teplotní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 71 |
| Obr. 5.3.5.3 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 71 |
| Obr. 5.3.5.4 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 po odstranění parozábran (M 1:20) | 72 |
| Obr. 5.3.5.5 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 1 | 72 |
| Obr. 5.3.5.6 Geometrie výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 73 |

| | |
|--|-----|
| Obr. 5.3.5.7 Teplotní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 73 |
| Obr. 5.3.5.8 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 74 |
| Obr. 5.3.5.9 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 po odstranění parozábran (M 1:20) | 74 |
| Obr. 5.3.5.10 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 2 | 75 |
| Obr. 5.4.1 Příčný řez postelemi v EDHU (M 1:20) | 76 |
| Obr. 5.4.2 Princip rozkládání pevných skříní v EDHU (M 1:25) | 77 |
| Obr. 5.4.3 Schéma konstrukce stolu v EDHU (M 1:20) | 78 |
| Obr. 6.2.1 Půdorys nosné konstrukce hygienické buňky (M 1:50) | 82 |
| Obr. 6.2.2 Řez nosnou konstrukcí hygienické buňky (M 1:50) | 83 |
| Obr. 6.3.1 Půdorysné schéma schodišťového prostoru (M 1:50) | 83 |
| Obr. 6.3.2 Schéma konstrukčního řešení schodiště – řez schodištěm ve složeném stavu (M 1:50) | 84 |
| Obr. 6.3.3 Schéma konstrukčního řešení schodiště – řez schodištěm v rozloženém stavu (M 1:50) | 85 |
| Obr. 6.4.4.1 Geometrie výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 90 |
| Obr. 6.4.4.2 Teplotní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 90 |
| Obr. 6.4.4.3 Vlhkostní pole výpočetního modelu 1 (M 1:20) | 91 |
| Obr. 6.4.4.4 Teplotní pole výpočetního modelu 1 v případě cílené tepelné ztráty z potrubí (M 1:20) | 91 |
| Obr. 6.4.4.5 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 1 | 92 |
| Obr. 6.4.4.6 Geometrie výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 93 |
| Obr. 6.4.4.7 Teplotní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 93 |
| Obr. 6.4.4.8 Vlhkostní pole výpočetního modelu 2 (M 1:20) | 94 |
| Obr. 6.4.4.9 Teplotní pole výpočetního modelu 2 v případě cílené tepelné ztráty z potrubí (M 1:20) | 94 |
| Obr. 6.4.4.10 Graf akumulovaného množství vlhkosti v konstrukci po měsících pro výpočetní model 2 | 95 |
| Obr. 7.1.1 Graf maximální hodinové potřeby tepelné a elektrické energie | 98 |
| Obr. 7.1.2.1 Graf hodinové potřeby a dodávky energie při provozu KVET zařízení na 100% výkon | 99 |
| Obr. 7.1.2.2 Graf hodinové potřeby a dodávky energie při regulaci KVET zařízení dle potřeby tepla | 100 |
| Obr. 7.1.2.3 Schéma zapojení zdroje tepla a akumulčních nádrží | 101 |
| Obr. 7.1.3 Schéma rozvodů tepla a elektřiny na úrovni EDHC (M 1:600) | 102 |
| Obr. 7.2.3 Schéma rozvodů pitné vody a tlakové kanalizace (M 1:600) | 104 |
| Obr. 7.3.2.1 Schéma vytápění a větrání EDHO (M 1:75) | 106 |
| Obr. 7.3.2.2 Schéma vzduchotechnické jednotky (M 1:20) | 107 |
| Obr. 7.3.2.3 Energetické schéma EDHO | 108 |
| Obr. 7.4.1 Schéma zdravotně technických instalací v EDHO | 110 |
| Obr. 8.1.3.1 Umístění EDHC v případové studii 1, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74] | 115 |
| Obr. 8.1.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 1 [75] | 115 |
| Obr. 8.1.3.3 Schéma EDHC nasazeného v případové studii 1, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74] ... | 117 |
| Obr. 8.1.4.1 Cisterna na pitnou vodu CPV-3 [16] | 118 |
| Obr. 8.1.4.2 Cisterna na pitnou vodu CITRA-M [16] | 118 |
| Obr. 8.1.4.3 Fekální vůz CAS11 [16] | 119 |
| Obr. 8.2.3.1 Umístění EDHC v případové studii 2, mapový podklad z Povodňového plánu ČR [79] | 124 |
| Obr. 8.2.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 2 [75] | 125 |
| Obr. 8.2.3.3 Schéma EDHC nasazeného v případové studii 2, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74] ... | 126 |
| Obr. 8.3.3.1 Umístění EDHC v případové studii 3, mapový podklad z Povodňového plánu ČR [79] | 131 |
| Obr. 8.3.3.2 Pohled na plochu pro umístění EDHC v případové studii 3 [75] | 132 |
| Obr. 8.3.3.3 Schéma EDHC nasazených v případové studii 3, mapový podklad z Geoportálu ČÚZK [74] ... | 133 |
| Obr. P8.1 Křivka odběru a dodávky teplé vody během dne pro zásobník 1 | 162 |
| Obr. P8.2 Křivka odběru a dodávky teplé vody během dne pro zásobník 2 | 162 |

Seznam tabulek

| | |
|--|-----|
| Tab. 3.1.1 Seznam součástí komplexu nouzového bydlení [21] [23] [24] [27] [25] [26] [42] [28] [18] [29] | 22 |
| Tab. 4.2.1 Kontejnery součástí EDHO | 44 |
| Tab. 4.3.1 Parametry konstrukcí obálky EDHO | 46 |
| Tab. 4.3.2 Parametry oken EDHO pro stanovení solárních tepelných zisků | 47 |
| Tab. 5.1.5 Přepoččet pořizovacích nákladů EDHU v různých materiálových variantách | 54 |
| Tab. 5.3.3.1 Skladba podlahy a stropu nad venkovním prostorem | 65 |
| Tab. 5.3.3.2 Skladba vnější stěny | 65 |
| Tab. 5.3.3.3 Skladba vnitřní stěny | 66 |
| Tab. 5.3.3.4 Skladba podlahy a vnitřního stropu | 66 |
| Tab. 5.3.3.5 Skladba střechy | 67 |
| Tab. 6.4.2.1 Skladba stropu a podlahy hygienické buňky | 86 |
| Tab. 6.4.2.2 Skladba vnější stěny hygienické buňky | 87 |
| Tab. 6.4.2.3 Skladba příčky | 87 |
| Tab. 6.4.2.4 Skladba stropu hygienické buňky | 88 |
| Tab. 6.4.3.1 Skladba stěny kontejnerů INV | 88 |
| Tab. 6.4.3.2 Skladba střechy kontejnerů STR | 89 |
| Tab. 7.1.1 Hodinová a denní potřeba energie v EDHC | 97 |
| Tab. 7.1.2 Výkonové parametry navrženého KVET zařízení | 99 |
| Tab. 7.2.1 Potřeba pitné vody v EDHC | 103 |
| Tab. 7.2.2 Produkce odpadních vod v EDHC | 104 |
| Tab. 7.3.1 Hodinová a denní potřeba elektrické energie v EDHO | 105 |
| Tab. 7.4.1 Potřeba pitné vody v EDHO | 111 |
| Tab. 7.4.3 Odtok šedé vody v EDHO | 112 |
| Tab. 7.4.4 Odtok splaškové vody v EDHO | 112 |
| Tab. 8.1.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám | 114 |
| Tab. 8.1.4.1 Zásobování pitnou vodou a odvoz splaškových vod | 120 |
| Tab. 8.1.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC | 121 |
| Tab. 8.1.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení | 121 |
| Tab. 8.2.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám | 123 |
| Tab. 8.2.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC | 128 |
| Tab. 8.2.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení | 128 |
| Tab. 8.3.2 Průběh mimořádné události vzhledem k evakuovaným osobám | 129 |
| Tab. 8.3.5.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC | 134 |
| Tab. 8.3.5.2 Odhad výkonu KVET zařízení | 135 |
| Tab. 8.3.6.1 Denní potřeba tepla a elektřiny v EDHC | 136 |
| Tab. 8.3.6.2 Odhad výkonu KVET zařízení | 136 |
| Tab. P4.1 Rozměrové a hmotnostní parametry a odhad ceny jednotlivých dílců EDHU | 147 |
| Tab. P4.2 Množství a cena použitých konstrukčních materiálů | 149 |
| Tab. P7.1 Výpočet plochy a součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky kontejneru NOV | 157 |
| Tab. P7.3 Výpočet plochy a součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky kontejneru STR | 159 |
| Tab. P8.1 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody a návrh ohřivačů teplé vody | 161 |
| Tab. P9.1 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro jednotlivé buňky | 163 |
| Tab. P9.2 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro objekt nouzového bydlení – uživatelská energie | 163 |
| Tab. P9.3 Hodinová a denní potřeba elektrické energie pro objekt nouzového bydlení – energie pro technické zařízení EDHO | 164 |

Seznam použité literatury a podkladů

Publikace

- [1] Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů
- [2] ISO 668:2013 *Series 1 freight containers – Classification, dimensions and ratings*, Washington, D.C., American National Standards Institute, 2013
- [3] ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [4] ČSN 73 0540-4 *Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody*, Praha, Český normalizační institut, 2005
- [5] ČSN EN ISO 13 789 *Tepelné chování budov – Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním – Výpočtová metoda*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019
- [6] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*, Praha, Český normalizační institut, 2004
- [7] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [8] Zákon č. 133/1985 Sb., Zákon České národní rady o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
- [9] ČSN EN ISO 13 788 *Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody*, Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019
- [10] ŽÁKOVEC, J.: *Biometan: hodpodárné užití obnovitelných zdrojů energie*, Praha, GAS s.r.o., 2012, ISBN 978-80-7328-276-9
- [11] DVOŘÁKOVÁ, J., MACEK, L.: *Odolná obec jako rozhodnutí*, Praha, Diakonie ČCE – Středisko humanitární a rozvojové spolupráce, 2018, ISBN 978-80-906509-7-8
- [12] HLADNÝ, J. a kol.: *Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002*, Praha, Ministerstvo životního prostředí, 2005, ISBN 80-7212-350-5
- [13] Vyhláška č. 14/2002 Sb., Rozhodnutí primátora hl.m. Prahy
- [14] ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování*, Praha, Český normalizační institut, 2006
- [15] MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY: *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu: Metodický list číslo 8 Ob: Ubytování evakuovaných osob, nouzové ubytování*, [online], 2011, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.hzscr.cz/soubor/7-ob-ob-8-nouzove-ubytovani-pdf.aspx>>, www.hzscr.cz > Jednotky požární ochrany > Ke stažení > Bojový řád jednotek požární ochrany (1. 1. 2018) > 8. Ubytování evakuovaných osob, nouzové ubytování
- [16] KOLMAŠ, V. a kol.: *Katalog automobilní a pásové techniky používané v AČR*, Praha, Ministerstvo obrany České republiky – AVIS, 2007, ISBN 978-80-7278-382-3
- [17] BUŠ, M.: *Manipulační zařízení pro kontejnery*, Brno, 2018, bakalářská práce, VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, vedoucí práce Ing. Prokop Pokorný

Technické podklady k výrobkům dostupné online

- [18] VARIEL, a.s.: *Výsuvný kontejner vojenský ubytovací - VKV-U*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/vysuvny-kontejner-vojensky-ubytovaci-vkv-u/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Výsuvný kontejner vojenský ubytovací - VKV-U
- [19] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Ceník*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <https://www.koma-modular.cz/sites/default/files/rada/soubory/cenik_cz_12.pdf>, www.koma-modular.cz > Produkty & Služby > Standard Line > Ceník
- [20] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1C - zdrojová souprava*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1c-zdrojova-souprava/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - zdrojová souprava
- [21] VARIEL, a.s.: *Kontejner Alfons*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/kontejner-alfons/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Kontejner Alfons
- [22] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1C - přepravní nádrž pitné vody*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1c-prepravni-nadrz-pitne-vody/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - přepravní nádrž pitné vody
- [23] VODASERVIS, s.r.o.: *Mobilní úpravna pitné vody UMUV*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.vodaservis.cz/cms-obsah/soubory/298-mobilni-upravna-pitne-vody-umuv.pdf>>, www.vodaservis.cz > Výroba > Univerzální mobilní úpravna vody UMUV > Prospekt Univerzální mobilní úpravna vody UMUV
- [24] ASIO, spol. s r.o.: *Kontejnerové čistírny odpadních vod AS-ISO MBR (80-350 EO)*, [online], 2011 – 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.asio.cz/cz/as-iso-mbr-80-350-eo>>, www.asio.cz > Produkty > Kontejnerové čistírny odpadních vod AS-ISO MBR (80-350 EO)
- [25] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1C - varna*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1c-varna/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - varna
- [26] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1C - výdejna stravy*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1c-vydejna-stravy/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - výdejna stravy
- [27] VARIEL, a.s.: *Výsuvný kontejner vojenský - VKV*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/vysuvny-kontejner-vojensky-vkv/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Výsuvný kontejner vojenský – VKV
- [28] VARIEL, a.s.: *Výsuvný kontejner vojenský velitelský - VKV-V*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/vysuvny-kontejner-vojensky-velitelsky-vkv-v/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Výsuvný kontejner vojenský velitelský – VKV-V
- [29] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1C - sanitární buňka*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1c-sanitarni-bunka/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - sanitární buňka
- [30] VARIEL, a.s.: *Příslušenství kontejnerů*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/prislusenstvi-kontejneru/>>, www.variel.cz > Produkty > Příslušenství kontejnerů
- [31] TREMCO ILLBRUCK: *TP652 illmod Trio+*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <https://www.illbruck.com/cs_CZ/illbruck/download/25749/download.html>, www.illbruck.com > Produkty > Přehled produktů > TP652 illmod Trio+ > TP652 technické listy

[32] FLEXIBAU, s.r.o.: *Technický list: PackWall*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.packwall.cz/uploads/files/60/Technický%20list%20-%20PackWall%2002072019.pdf?v=14>>, www.packwall.cz > Certifikáty > Technický list

[33] TEDOM, a.s.: *Tedom kogenerace*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.tedom.com/wp-content/uploads/2019/06/Brožura-Kogenerace-verze-k-prohlížení.pdf>>, www.tedom.com > Ke stažení > Brožura Kogenerace - verze k prohlížení

[34] TEDOM, a.s.: *Kogenerační jednotky: Bioplyn*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.tedom.com/cs/kogeneracni-jednotky/bioplyn/>>, www.tedom.com > Kogenerační jednotky > Bioplyn

[35] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejner ISO 1CX - sanitární - septik*, [online], 2006 – 2019, [cit. ke dni 26.11.2019], <<http://variel.cz/produkty/armadni-kontejner-iso-1cx-sanitarni-septik/>>, www.variel.cz > Produkty > Armádní kontejnery > Armádní kontejner ISO 1C - sanitární - septik

[36] DRUŽSTEVNÍ ZÁVODY DRAŽICE-STROJÍRNA, s.r.o.: *Informační listy výrobků*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://dzd.cz/component/phocadownload/category/15-15-informacni-listy?download=251:infolist-nepřímotopne-zasobniky>>, www.dzd.cz > Sortiment > Ohříváče a zásobníky teplé vody > Nepřímotopné zásobníky > Nepřímotopný zásobník OKC NTR/BP > Ke stažení > Informační listy zásobníků teplé vody

Ostatní online zdroje

[37] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Co je modulární výstavba*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/modularni-vystavba/co-je-modularni-vystavba>>, www.koma-modular.cz > Produkty & Služby > Co je modulární výstavba

[38] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Objekty dle účelu*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/objekty-dle-ucelu>>, www.koma-modular.cz > Objekty dle účelu

[39] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Humanitární projekty*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/humanitarni-projekty>>, www.koma-modular.cz > Objekty dle účelu > Humanitární projekty

[40] KAŠPAR, M.: *Why I'll never forget my first day as a surgeon in Iraq*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://blogs.msf.org/bloggers/martin/why-i'll-never-forget-my-first-day-surgeon-iraq>>, www.msf.org > MSF Websites > Staff blogs > Why I'll never forget my first day as a surgeon in Iraq

[41] ŠULC, J.: *Prověrka připravenosti je v plném proudu*, [online], 2015, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.mocr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/proverka-pripravenosti-je-v-plnem-proudu-114841/>>, www.army.cz > Armáda České republiky > Informační servis > Zpravodajství > Prověrka připravenosti je v plném proudu

[42] ARMATEX, s.r.o.: *Stan vojenský S65 6x9m*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.armatex.cz/cs/vojenske-stany/product127/>>, www.armatex.cz > Vojenské stany > Stan vojenský S65 6x9m

[43] SSHR CZECH REPUBLIC: *Správa na akci Pyrocar 2018*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.sshr.cz/aktuality/sprava-na-akci-pyrocar-2018/>>, www.sshr.cz > Aktuality > Správa na akci Pyrocar 2018

[44] MALÁ, E.: *V kontejneru nouzového přežití může provizorně bydlet až 50 lidí. A to i v zimě*, [online], 2017, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://liberec.rozhlas.cz/v-kontejneru-nouzoveho-preziti-muze-provizorne-bydlet-az-50-lidi-a-i-v-zime-6009774>>, www.rozhlas.cz > Zprávy > Regiony > Liberec > Více... > Zprávy > V kontejneru nouzového přežití může provizorně bydlet až 50 lidí. A to i v zimě

- [45] GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR: *Evakuace*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.hzscr.cz/clanek/hzs-olomouckeho-kraje-menu-ochrana-obyvateľstva-evakuace-evakuace.aspx>>, www.hzscr.cz > O nás > HZS Olomouckého kraje > Ochrana obyvatelstva > Evakuace
- [46] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Logistické služby*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/sluzby/logisticke-sluzby>>, www.koma-modular.cz > Objekty dle účelu > Logistické služby
- [47] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Sociální byty, Nitra, SK*, [online], 2009, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/reference/socialni-byty-nitra-sk>>, www.koma-modular.cz > Reference > Realizace pro bydlení > Sociální byty, Nitra, SK
- [48] MOBILNÍ WC TOALETY A MOBILNÍ OPLOCENÍ TOI TOI: *Mobilní WC toalety a mobilní oplocení TOI TOI*, [online], 1998 – 2016, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.toitoi.cz/katalog-produktu>>, www.toitoi.cz > Produkty
- [49] MOBILNÍ WC TOALETY A MOBILNÍ OPLOCENÍ TOI TOI: *Mobilní WC toaleta TOI TOI FRESH*, [online], 1998 – 2016, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.toitoi.cz/1-detail-mobilni-wc-mobilni-wc-toaleta-toi-toi-fresh>>, www.toitoi.cz > Produkty > Produkty k pronájmu > Mobilní WC > Mobilní WC toaleta TOI TOI FRESH
- [50] MOBILNÍ WC TOALETY A MOBILNÍ OPLOCENÍ TOI TOI: *Produkty k pronájmu - Stavební buňky a kontejnery*, [online], 1998 – 2016, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.toitoi.cz/katalog-produktu>>, www.toitoi.cz > Produkty > Produkty k pronájmu > Stavební buňky a kontejnery
- [51] MOBILNÍ WC TOALETY A MOBILNÍ OPLOCENÍ TOI TOI: *Fekální tank s integrovaným schodištěm*, [online], 1998 – 2016, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.toitoi.cz/144-detail-stavebni-bunky-a-kontejnery-fekalni-tank-s-integrovanym-schodistem>>, www.toitoi.cz > Produkty > Produkty k pronájmu > Stavební buňky a kontejnery > Fekální tank s integrovaným schodištěm
- [52] KOMA MODULAR, s.r.o.: *Sociální byty Holešov, CZ*, [online], 2010, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.koma-modular.cz/reference/socialni-byty-holesov-cz>>, www.koma-modular.cz > Reference > Realizace pro bydlení > Sociální byty Holešov, CZ
- [53] CE.ENERGY CZECH, s.r.o.: *Kogenerační jednotky Symbio+*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.ce.energy/pronajem/symbio-plus/>>, www.ce.energy > Pronájem > Kogenerační jednotky Symbio+
- [54] GENTEC CHP, s.r.o.: *Možnosti provedení*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.gentec.cz/moznosti-provedeni>>, www.gentec.cz > Kogenerační jednotky > Možnosti provedení
- [55] UCEEB ČVUT V PRAZE: *Kogenerační ORC jednotka o tepelném výkonu 120 kW na dřevní štěpku v kontejnerovém provedení*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.uceeb.cz/projekty/kogeneracni-orc-jednotka-o-tepelnem-vykonu-120-kw-na-drevni-stepku-v-kontejnerovem>>, www.uceeb.cz > Reference > Národní granty > Kogenerační ORC jednotka o tepelném výkonu 120 kW na dřevní štěpku v kontejnerovém provedení
- [56] VODIČKA, V. a kol.: *Wave – vývoj a experimentální provoz malého kogeneračního zařízení na biomasu*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://energetika.tzb-info.cz/kogenerace/16842-wave-vyvoj-a-experimentalni-provoz-maleho-kogeneracniho-zarizeni-na-biomasu>>, www.tzb-info.cz > Energetika > Kogenerace > Další články > Wave – vývoj a experimentální provoz malého kogeneračního zařízení na biomasu
- [57] ČESKÉ TEPLLO, s.r.o.: *Mobilní zdroje energií*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.cesketeplo.cz/cz/mobilni-zdroje-energi-d40>>, www.cesketeplo.cz > Služby > Mobilní zdroje energií

- [58] ESEL: *Mobilní kontejnerové kotelny*, [online], 2008, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://binder.esel.cz/w/4554/mobilni-kotelny>>, www.esel.cz > Binder > Mobilní kotelny
- [59] VARIEL, a.s.: *Armádní kontejnery*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://variel.cz/armadni-kontejnery/>>, www.variel.cz > Armádní kontejnery
- [60] GMS VELKOBOCHOD, s.r.o.: *STORZ SS IG - Nerezová přípojka vnitřní G závit*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.gms.cz/storz-ss-ig>>, www.gms.cz > Průmyslové a zemědělské spojky > Zemědělské rychlospojky > STORZ > STORZ SS IG
- [61] SOLIGHT HOLDING, s.r.o.: *Solight prodlužovací přívod - spojka, 1 zásuvka, gumová, černá, 20 m*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.solight.cz/solight-prodluzovaci-privod--spojka-1-zasuvka-gumova-cerna-20m-detail-OY20000201.aspx>>, www.solight.cz > E-shop > Elektroinstalační materiál > Prodlužovací kabely > Jednozásuvkové > Solight prodlužovací přívod - spojka, 1 zásuvka, gumová, černá, 20 m
- [62] ARMY.CZ: *T-815-2 Klaus KM*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/poz/zab/t-815-2-klaus-km-211731/>>, www.army.cz > Armáda České republiky > Technika a výzbroj > Pozemní technika > Vojenská zabezpečovací vozidla > T-815-2 Klaus KM
- [63] ZECHMEISTEROVÁ, J.: *KFOR: Vesnice Lausa má provizorní školu*, [online], 2009, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.mise.army.cz/aktualni-mise/kosovo/zpravodajstvi/kfor:-vesnice-lausa-ma-provizorni-skolu--15166/>>, www.army.cz > Zahraniční mise > Aktuální mise > Kosovo (KFOR) > Zpravodajství > KFOR: Vesnice Lausa má provizorní školu
- [64] WOLTER GROUP LLC.: *Cat DP100N-DP160N Internal Combustion Pneumatic Tire Diesel Lift Truck*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.wisconsinlift.com/product/cat-dp100n-dp160n-internal-combustion-pneumatic-tire-diesel-lift-truck/>>, www.wisconsinlift.com > New > Forklifts > Counterbalanced Internal Combustion > Pneumatic > Cat Lift Truck 22,000 - 36,000 lbs DP100N-DP160N Diesel Pneumatic Tire
- [65] ALSAP, s.r.o.: *Kontejnerový rohový prvek horní PL, ZP, ISO 1161*, [online], 2009 – 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.alsap.cz/kontejnerovy-rohovy-prvek-horni-pl-zp-iso-1161-p2316/>>, www.alsap.cz > Zajištění nákladu > Zámky pro výměnné nástavby > Kontejnerový rohový prvek horní PL, ZP, ISO 1161
- [66] JU FENG SPECIAL STEEL, Co., Ltd.: *CNS-SCW49*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.jfs-steel.com/en/steelDetail/CNS-SCW49/CNS-SCW49-7143.html>>, www.jfs-steel.com > Database > Steel Castings for Welded Structure > SCW49
- [67] MOUNTFIELD, a.s.: *Napínák lanka plachty*, [online], 2001 – 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.mountfield.cz/napinak-lanka-plachty-mr0490002>>, www.mountfield.cz > Servis a náhradní díly > Náhradní díly > Pro bazénové příslušenství > Ostatní > Napínák lanka plachty
- [68] ENVIMAT.CZ: *Celulózová vlákna, včetně foukání*, [online], 2011, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://envimat.cz/materialy/tepelne-izolace/ostatni-izolace/celulozova-vlakna-vcetne-foukani.html>>, www.envimat.cz > Materiály > Celulózová vlákna, včetně foukání
- [69] HERÁLECKÝ, O.: *Ceník foukané tepelné izolace*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<http://www.tepelna-izolace.com/cenik-kalkulacka-foukane-tepelne-izolace>>, www.tepelna-izolace.com > Cena / Poptávka
- [70] PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, a.s.: *Spotřeba vody*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>, www.pvk.cz > Vše o vodě > Spotřeba vody

[71] SEVEROČESKÉ VODOVODY A KANALIZACE, a.s.: *Spotřeba vody*, [online], 2018, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.scvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>>, www.scvk.cz > Vše o vodě > Pitná voda > Spotřeba vody

[72] VOLNÁ GARBOVÁ, G.: *Na libereckém sídlišti došlo k výbuchu plynu. Zasahovalo sedm jednotek hasičů*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.denik.cz/krimi/na-libereckem-sidlisti-doslo-k-vybuchu-plynu-zasahovalo-sedm-jednotek-hasicu-20190816.html>>, www.denik.cz > Zprávy > Krimi > Na libereckém sídlišti došlo k výbuchu plynu. Zasahovalo sedm jednotek hasičů

[73] ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ: *V Liberci vybuchl v panelovém domě asi plyn, jeden zraněný*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/v-liberci-vybuchl-v-panelovem-dome-asi-plyn-jeden-zraneny/1787633>>, www.ceskenoviny.cz > Všechny zprávy > V Liberci vybuchl v panelovém domě asi plyn, jeden zraněný

[74] ČÚZK: *Geoprohlížeč*, [online], 2010, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>>, www.cuzk.cz > Geoportál > Geoprohlížeč

[75] SEZNAM.CZ, a.s.: *Mapy.cz*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.mapy.cz/>>

[76] VOP DOLNÍ BOUSOV, s.r.o.: *Historické zkušenosti s povodněmi*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.vop-povodnovyportal.cz/povodnovy-plan/rudnik-287/zkusenosti-s-povodnemi>>, www.vop-povodnovyportal.cz > Povodňový plán > Královéhradecký kraj > Vrchlabí (ORP) > Rudník > Historické zkušenosti s povodněmi

[77] OFICIÁLNÍ STRÁNKA OBCE RUDNÍK: *Rudnické noviny: číslo 2 / červen 2013*, [online], 2013, [cit. ke dni 14.12.2019], <https://www.rudnik.cz/e_download.php?file=data/editor/103cs_9.pdf&original=2013-2.pdf>, www.rudnik.cz > Obec > Rudnické noviny > 2013 > RN - 2 / 2013

OFICIÁLNÍ STRÁNKA OBCE RUDNÍK: *Rudnické noviny: mimořádné číslo Povodně 2013*, [online], 2013, [cit. ke dni 14.12.2019], <https://www.rudnik.cz/e_download.php?file=data/editor/103cs_12.pdf&original=2013-povoden.pdf>, www.rudnik.cz > Obec > Rudnické noviny > 2013 > RN - povodně / 2013

[78] VOP DOLNÍ BOUSOV, s.r.o.: *Základní a mateřská škola Rudník: detail evakuačního místa*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://www.vop-povodnovyportal.cz/povodnovy-plan/rudnik-287/evakuace/143/zakladni-a-materska-skola-rudnik>>, www.vop-povodnovyportal.cz > Povodňový plán > Královéhradecký kraj > Vrchlabí (ORP) > Rudník > Evakuace > Základní a mateřská škola Rudník

[79] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: *Povodňový plán České republiky: Grafická část: Mapa České republiky*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <http://dppcr.cz/html_pub/>, www.dppcr.cz > Grafická část > Mapa České republiky

[80] MAGISTRÁT HMP: *Povodně v hl. m. Praze*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://bezpecnost.praha.eu/clanky/povodne>>, www.praha.eu > Bezpečnostní portál > Povodně

[81] CHARITA ČESKÁ REPUBLIKA: *Výstavba náhradního bydlení*, [online], 2019, [cit. ke dni 14.12.2019], <<https://mimo.charita.cz/2002/kniha-povodne-2002/vystavba-nahradniho-bydleni/>>, www.charita.cz > Jak pomáháme > Pomoc při povodních > 2002 Stoletá voda > Brožura - Povodně 2002 > Výstavba náhradního bydlení

Konzultace se zástupci odborných firem a neveřejné technické podklady

[82] Konzultace s Ing. Jiřím BÍLKEM, technický ředitel Variel, a.s., Zruč nad Sázavou, 11.10.2019
VARIEL, a.s.: *Sanitární kontejner ISO 1C – buňka*, 2019
VARIEL, a.s.: *Polní kuchyně kontejnerového typu*, 2019

[83] ASIO, spol. s r.o.: *Waste Water Treatment Plant AS-ISO MBR 110, 220 and 330: Design and installation documentation*, 2014

[84] Konzultace s Ing. Radimem LOVĚTÍNSKÝM, obchodní ředitel Flexibau, s.r.o., Praha, 8.7.2019

Použitý software

[85] GRAPHISOFT: *ArchiCAD 21*, [software], 2017, <<http://www.graphisoft.com/archicad/>>

[86] MICROSOFT: *Excel Office 365*, [software], 2019, <<https://products.office.com/cs-cz/excel>>

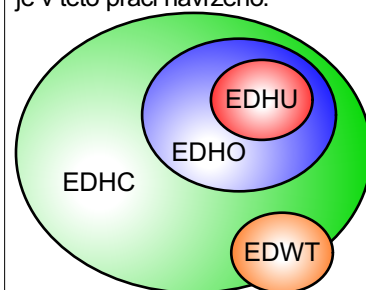
[87] SVOBODA SOFTWARE: *Area 2017 EDU*, [software], 2017, <<http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/area/>>

[88] METEOTEST AG: *Meteonorm 7.3.3*, [software], 2019, <<https://meteonorm.com/en/download>>

[89] EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE: *Photovoltaic Geographical Information System*, [software], 2019, <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP>

[90] REINBERK, Z.: *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu*, [software], 2019, <<https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>>

Pro použití při krizových situacích
je v této práci navrženo:



EDHC

Emergency Disaster Housing Complex
KOMPLEX nouzového bydlení
kapitola 3. - strana 21 až 38

EDHO

Emergency Disaster Housing Object
OBJEKT nouzového bydlení
kapitola 4. - strana 42 až 49

EDHU

Emergency Disaster Housing Unit
OBYTNÁ BUŇKA pro nouzové bydlení
kapitola 5. - strana 51 až 79
přílohy P1 až P4

EDWT

Emergency Disaster Winter Tent
ZIMNÍ STAN
pro použití při krizových situacích
koncept představen na straně 38