ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

INTELIGENTNÍ BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrhová pravidla pro chytré domácnosti

Design rules for smart houses

Vypracoval: Bc. Petr Staňura

Vedoucí práce: Ing. Pavel Hrzina, PhD.

PRAHA 2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Staňura** Jméno: **Petr** Osobní číslo: **498836**

Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**

Zadávající katedra/ústav: **Katedra měření**

Studijní program: **Inteligentní budovy**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrhová pravidla pro chytré domácnosti

Název diplomové práce anglicky:

Design rules for smart houses

Pokyny pro vypracování:

1) Proveďte rešerši aktuálního stavu postupů projektování a realizace chytrých domácností.
2) Připravte aktuální pravidla pro návrh nových instalací, případně pro rekonstrukce, s přihlédnutím k specifickým požadavkům jednotlivých skupin zákazníků a aktuálním legislativním standardům v oblasti občanské výstavby.
3) Realizujte studii, respektive typový projekt pro vybrané typy instalací.

Seznam doporučené literatury:

[1] DARBY, Sarah J. Smart technology in the home: time for more clarity. Building Research & Information [online]. 2018, 46(1), 140-147 [cit. 2022-02-08]. ISSN 0961-3218. Dostupné z: doi:10.1080/09613218.2017.1301707
[2] HOWE, Andrew. The Smarthome Book: Simple ideas to assist with your smarthome renovation [online]. Independently published, 2018 [cit. 2022-02-08]. ISBN 9781728785158. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=K9NHvQEACAAJ
[3] HOWEDI, Aadel a Ali JWAID. Design and implementation prototype of a smart house system at low cost and multi-functional. 2016 Future Technologies Conference (FTC) [online]. IEEE, 2016, 2016, 876-884 [cit. 2022-02-08]. ISBN 978-1-5090-4171-8. Dostupné z: doi:10.1109/FTC.2016.7821706
[4] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/844. In: . Úř. věst. L 156, 19.6.2018, s. 75-91: Evropský parlament; Rada Evropské unie, 2018.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Pavel Hrzina, Ph.D. katedra elektrotechnologie FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **08.02.2022** Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce:
do konce letního semestru 2022/2023

Ing. Pavel Hrzina, Ph.D. podpis vedoucí(ho) práce	podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D. podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

. | Datum převzetí zadání

Podpis studenta

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, dne *19. května 2022*

podpis studenta

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu panu Ing. Pavlu Hrzinovi, Ph.D. za vedení práce a pomoc při zpracování širokého tématu, kterým se práce zabývá. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Tomáši Galęziokovi a Danielu Hronovi, DiS. za rady, odbornou pomoc, technickou podporu a předání mnoha praktických znalostí, panu doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. a doc. Ing. Lukáši Ferklovi, Ph.D. za konzultaci koncepce chytré domácnosti, panu prof. Ing. Jiřímu Baštovi, Ph.D. za konzultaci možností vytápění a regulace. Ing. arch. Veronice Baránkové a Ing. Lukáši Chytrému a Ing. Silvii Kukelkové za poskytnuté rady v oblasti stavební a energetické problematiky rodinných domů. Velké díky patří všem zástupcům společností, zabývajících se domovní automatizací, za věnovaný čas a poskytnuté podklady k rozebírané tématice. A v neposlední řadě chci poděkovat své matce a za důvěru a podporu, a také přítelkyni za vytváření příjemného prostředí pro tvorbu této práce.

Abstrakt

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření souhrnu doporučení pro navrhování chytrých domů. První část vyšetřuje přístup k návrhu chytrých domácností, jejich vnímání laickou a odbornou veřejností a nastínění budoucího vývoje těchto technologií. Druhá část rozebírá přístup k návrhu chytrého domu od počátečního architektonického řešení po integraci jednotlivých technologií a možnosti ovládání chytrého domu. Na tento rozbor navazuje soubor karet shrnující základní informace o zařízení a doporučení pro jeho návrh na obecné rovině. Poslední kapitola představuje příkladovou studii projektu chytrého domu s použitím konkrétních technologií. V závěru jsou shrnuty poznatky a naznačení budoucího vývoje navazujícího na tuto diplomovou práci.

Klíčová slova

Chytrá domácnost, Chytrý dům, Chytrá budova, pravidla návrhu, smart home technologie, integrace technologií

Abstract

The main goal of this diploma thesis is to create a summary of recommendations for smart house design process. The first part examines the attitude towards designing od smart houses, perception of smart house by lay and professional public and outlines the future development of these technologies. The second part discusses the approach towards smart house design from the initial architectural study to the integration of individual technologies and the possibilities of smart house control. This analysis is followed by a set of cards summarizing basic information about the device and recommendations for its design at a general level. Conclusion summarizes the findings and indicates future development based on findings of this diploma thesis.

Key words

Smart Home, Smart House, Smart building, design rules, smart home technologies, integration of technologies

Obsah

Seznam zkratek 9
Seznam obrázků 12
Úvod 15
1 Mapování vývoje a současného stavu v oblasti smart home technologií 17
1.1 Co je to chytrá domácnost a vymezení pojmu 17
1.2 Vnímání chytré domácnosti společností 17
1.3 Vývoj a základní pilíře chytrých domů 19
1.4 Současnost projektování a realizace chytré domácnosti 22
1.5 Výhled od budoucna smart house technologií a pilotní projekty 25
1.5.1 Aliance Matter 26
1.5.2 Smart Readines indicator (SRI) 27
1.5.3 V-PENB 30
1.5.4 Český soběstačný dům 30
1.5.5 Chytrý dům v Omicích u Brna 33
2 Cesta k chytrému domu 35
2.1 Urbanistické, architektonické a tepelně-technické řešení 35
2.2 Technologie a jejich integrace 37
2.2.1 Větrání 37
2.2.2 Stínění 40
2.2.3 Vytápění 43
2.2.4 Příprava TUV 44
2.2.5 Chlazení 46
2.2.6 Systém hospodaření s dešťovou vodou a zavlažování 48
2.2.7 Zásuvkové rozvody 48
2.2.8 Osvětlení 49
2.2.9 Elektronika a ostatní spotřebiče 50
2.2.10 Zabezpečovací systém PZTS 50
2.2.11 Přístupový systém 51
2.2.12 Audio systém 52
2.2.13 Wellness 52
2.2.14 Elektromobilita 53
2.2.15 Fotovoltaika a bateriové úložiště 54
2.3 Vizualizace a uživatelské ovládání 55
2.4.1 Multifukční tlačítka 56
2.4.2 Ovladače 57

2.4.3 Hlasové ovládání ... 57
2.4.4 Aplikace pro mobilní zařízení ... 58
2.4.5 Systémové tablety ... 58
2.4.6 NFC tagy a přívěsky ... 59
3 Projektování silnoproudých a slaboproudých zařízení pro chytrý dům ... 60
3.1 Kabeláž a pravidla rozvodů ... 61
3.2 Zásuvkové obvody 230 V ... 66
3.3 Osvětlení ... 69
3.4 Ovládací prvky s smarthouse sběrnice ... 71
3.5 Domácí spotřebiče ... 73
3.6 Vzduchotechnická jednotka se ZZT ... 75
3.7 Okna s elektrickým pohonem ... 78
3.8 Krbová kamna s elektronickým řízením a napojením na teplovodní výměník ... 79
3.9 Tepelné čerpadlo ... 81
3.10 Akumulační nádoba ... 83
3.11 Termoregulační rozdělovač a termostatické hlavice ... 86
3.12 Elektrické sálavé panely ... 88
3.13 Elektrické topné rohože, kabely a fólie ... 89
3.14 Bojler s topnou patronou ... 91
3.15 Tepelné čerpadlo pro přípravu TUV ... 93
3.16 Dílčí klimatizace – Multisplitová jednotka VRV ... 95
3.17 Žaluziové motory ... 97
3.18 Okna s elektrochomickým zatmavováním ... 99
3.19 Sauna ... 101
3.20 Bazén ... 103
3.21 Zavlažovací systém ... 105
3.22 Systém pro hospodaření s dešťovou vodou ... 107
3.23 Audio systém ... 109
3.24 Internet a STA - domácí síť ... 111
3.25 Zabezpečovací a kamerový systém ... 114
3.26 Přístupový systém ... 116
3.27 Wallbox ... 118
3.28 Fotovoltaická elektrárna ... 119
3.29 Napájení a zálohování ... 122
4 Příkladová studie ... 126
4.1 Chrakteristika stavby ... 126
4.2 Tepelně technická charakteristika budovy ... 127

4.3 Technická a technologicná zařízení 128
Závěr 136
Bibliografie 139
Seznam zdrojů použitých obrázků 143
Seznam příloh 150

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
2D	Dvojrozměrné zobrazení
3D	Trojrozměrné zobrazení
1f	Jednofázový
3f	Trojfázový
AC	Střídavé napájení
AE	Anhydridová směs
API	Application Programming Interface
BIM	Building Information Modeling
BSH	Bosch und Siemens Hausgeräte
CEMEB	Centum pokročilých materiálů a efektivních budov
CLT	Cross Laminated Timber
CSA	Connectivity Standard Alliance
CZT	Centrální zásobování teplem
ČOV	Čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká verze evropské normy
ČVUT	České vysoké učení technické
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
DC	Stejnosměrné napájení
DMX	Digital Multiplex
DS	Distribuční soustava
EPS	Expandovaný polystyren
ERV	Energy recovery ventilation
EU	Evropský unie
FT	Fototermický
FV	Fotovoltaický
FVE	Fotovoltaická elektrárna
IoT	Internet of things
IP	Ingress protection
IR	Infrared
ISM	Komunikační pásmo Industry, Science, Medical
KHZS	Krajská stanice hasičského záchranného sboru

KK	Kuchyňský kout
KNX	Komunikační standard pro domovní automatizaci
L	Fázový vodič
LED	Light-emitting Diode
MaR	Měření a regulace
MG	Magnetický
N	Střední vodič
NP	Nadzemní podlaží
NZEB	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
NZU	Nová zelená úsporám
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PC	Personal Computer – osobní počítač
PD	Projektová dokumentace
PE	Ochranný vodič
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PIR	Passive infrared
PLC	Programmable Logic Controller
PoE	Power over Enternet
ppm	Parts per milion
PWM	Pulzně šířková modulace
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
RD	Rodinný dům
RGB	Red-Green-Blue
RTU	Remote Terminal Unit
SAT	Satelit
Sb.	Sbírky
SCADA	Supervisory control and data acquisition
SIL	Silnoproudý
SLA	Slaboproudý
SRI	Smart Readiness Index
STA	Společná televizní anténa
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TČ	Tepelné čerpadlo
t_i	Vnitřní teplota vzduchu
TN-C	Rozvodná síť se uzemněným zdrojem, izolovaným koncem a sloučeným N a PE vodičem

TN-S	Rozvodná síť se uzemněným zdrojem, izolovaným koncem a rozděleným N a PE vodičem
t_o	Vnitřní teplota vzduchu
TO	Topný okruh
TUV	Teplá užitková voda
TV	Televize
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
UPnP	Universal Plug and Play
USA	Spojené státy Americké
VOC	Volatile Organic Compounds
VZT	Vzduchotechnika
Wifi	Wireless Fidelity
WW	Warm White
ZZE	Zpětné získávání energie
ZZT	Zpětné získávání tepla
ZZV	Zpětné získávání vlhkosti

Seznam obrázků

Obrázek 1 Luxusní rezidence se systémem Crestron 22
Obrázek 2 Možnosti bezdrátového systému Fibaro (Z-Wave) 23
Obrázek 3 Struktura komunikace Matter 26
Obrázek 4 Klíčové schopnosti smart ready budovy, převzato z [27] 27
Obrázek 5 7 kritérií SRI, převzato z [27] 27
Obrázek 6 Matice pro stanovení celkového SRI [26] 29
Obrázek 7 Český soběstačný dům 30
Obrázek 8 Rozvaděč Českého soběstačného domu 31
Obrázek 9 Energetické schéma objektu[1] 32
Obrázek 10 Vodní hospodářství Českého soběstačného domu 32
Obrázek 11 RD Omice 33
Obrázek 12 Uživatelské rozhraní iCOOL4 pro RD Omice [36] 34
Obrázek 13 Orientace domu a proslunění 35
Obrázek 14 Vzduchotěsná obálka vytápěného prostoru 36
Obrázek 15 Izolace vnější obálky domu 37
Obrázek 16 Eklekticky ovládané okno pomocí smart home systému 38
Obrázek 17 Obecná konstrukce ERV jednotky (a) s rekuperačním výměníkem opatřeným difuzní membránou (b), upraveno 39
Obrázek 18 ERV jednotka Jablotron Futura 39
Obrázek 19 Pasivní stínící prvky 40
Obrázek 20 Vytažená markýza a zatažená okenní roleta na terase 41
Obrázek 21 Vnější žaluzie stažené ve vodorovné poloze 41
Obrázek 22 Vnitřní závěs ovládaný pomocí aplikace 41
Obrázek 23 Okna s elektrochromickým sklem SageGlass 43
Obrázek 24 Smart termostat Siemens 44
Obrázek 25 Rozdělovač podlahového vytápění s hlavicemi Loxone Tree 44
Obrázek 26 Příklad kombinace bojleru s FVE 45
Obrázek 27 Kombinovaný bojler s TČ pro přípravu TUV 45
Obrázek 28 Přímý free cooling chladivem 47
Obrázek 29 Ovládání klimatizace systémem Loxone 47
Obrázek 31 Automatika zavlažovacího systému 48
Obrázek 30 Retenční nádrž s chytrým dopouštěním 48
Obrázek 32 Smart modul do zásuvky a spínaná zásuvka 48
Obrázek 33 Smart žárovky 49
Obrázek 34 Propojení spotřebičů pomocí Wifi 50
Obrázek 35 Elektronický zabezpečovací systém RD 51
Obrázek 36 Interkom s NFC klávesnicí Loxone 52
Obrázek 37 Bezdrátová sestava domácího kina Sonos 52
Obrázek 38 Bazénová automatizace postavená na smart house systému 53
Obrázek 39 Přehledové schéma kombinace wallboxu a FVE GOODWE 54
Obrázek 40 Provázanost FVE s ostatními technologiemi 55
Obrázek 41 3D vizualizace chytrého domu 56
Obrázek 42 Loxone tlačítko - 5 dotykových zón, měření teploty a vlhkosti 57
Obrázek 43 ABB KNX 6tlačítko a termostat v jednom 57

Obrázek 44 Zleva KNX Schneider, ovladač Control4 ovladač a Loxone ovladač 57
Obrázek 45 Reproduktor hlasového asistenta a příklady asistentů 58
Obrázek 46 Smart home aplikace ICOOL4 58
Obrázek 47 ABB-free@home nástěnný tablet 59
Obrázek 48 Loxone NFC tagy a NFC klíčenka Jablotron a Loxone 59
Obrázek 49 Chytrý dům – propojení všech technologických celků, upraveno 60
Obrázek 50 CYKY-J 3x1,5 61
Obrázek 51 CYKY-J 5x1,5 61
Obrázek 52 CYKY-J 3x2,5 61
Obrázek 53 CYKY-J 5x2,5 61
Obrázek 54 CYKY-J 5x4 – 5x16 62
Obrázek 55 CYSY 2x1 – 2x2,5 62
Obrázek 56 CYSY 5x0,75 - 5x1 RGBW 62
Obrázek 57 JYSTY 2x2x0,8 62
Obrázek 58 JYSTY 4x2x0,8 63
Obrázek 59 SYKFY 1x2x0,5 - 5x2x0,5 63
Obrázek 60 UTP Cat.6a 63
Obrázek 61 CYH 2x2,5 64
Obrázek 62 Koax 75 Ω 64
Obrázek 63 H1Z2Z2-K 6 mm^2 64
Obrázek 64 Příklady zásuvek typu E 230 V 66
Obrázek 65 Standardní zásuvkové vývody, rozvaděč 68
Obrázek 66 Příklad zásuvkového obvodu se spínanými zásuvkami na společném obvodu 68
Obrázek 67 Svítidlo připojené k rozvodu 230 V AC 69
Obrázek 68 Příklad světelného výhodu pro svítidlo ovládané přes sběrnici 70
Obrázek 69 Sběrnicové tlačítko 71
Obrázek 70 Příklad umístění sběrnicových prvků u topologe sběrnice 72
Obrázek 71 Domácí spotřebiče 73
Obrázek 72 Příklad vývodů pro varnou desku a chladničku s pevným připojením k internetu 74
Obrázek 73 Příklad rozvodu VZT [47] 75
Obrázek 74 Příklad umístění VZT se ZZT 76
Obrázek 75 Příklad kabeláže pro VZT jednotku se ZZT a chladícím modulem 77
Obrázek 76 Střešní okno s el. otevíráním 78
Obrázek 77 Příklad kabeláže pro elektricky ovládané střešní okno 78
Obrázek 78 Příklad připojení krbových kamen s automatickou regulací na teplovodní výměník 79
Obrázek 79 Příklad kabeláže pro elektronicky ovládaná krbová kamna 80
Obrázek 80 Teplovodní otopná soustava 81
Obrázek 81 Příklad kabelové přípravy pro TČ vzduch-voda 82
Obrázek 82 Akumulační nádoba 83
Obrázek 83 Příklad topologie akumulační nádrže s více zdroji tepla a ukládáním přebytků z FVE 85
Obrázek 84 Termoregulační rozdělovač 86
Obrázek 85 Příklad kabelové přípravy pro termoregulační rozdělovač 87
Obrázek 86 Elektrický sálavý panel 88
Obrázek 87 Příklad kabelových vývodů pro sálavé panely 88

Obrázek 88 Pokládka topné rohože 89
Obrázek 89 Příklad kabelové přípravy pro el podlahové topení 90
Obrázek 90 Bojler s topnou patronou a možností připojení dalšího zdroje 91
Obrázek 91 Příklad kabelové přípravy pro bojler a oběhové čerpadlo 92
Obrázek 92 TČ PRO přípravu TUV s možností připojení TF systému 93
Obrázek 93 Příklad kabelové přípravy pro TČ pro přípravu TUV a oběhové čerpadlo 94
Obrázek 94 Multisplit jednotka 95
Obrázek 95 Příklad přípravy kabeláže pro vnitřní multisplit jednotku 96
Obrázek 96 Příklad přípravy kabeláže pro venkovní jednotku 96
Obrázek 97 Žaluziový motor s konektorem 97
Obrázek 98 Příklad kabeláže pro žaluzie 98
Obrázek 99 Funkčnost elektrochromických oken 99
Obrázek 100 Příklad obecného zapojení elektrochromických skel 100
Obrázek 101 Příklad přípravy kabeláže pro elektrochromické sklo 100
Obrázek 102 Saunová kamna 101
Obrázek 103 Příklad kabelové přípravy pro saunovou technologii 102
Obrázek 104 Bazénová technologie 103
Obrázek 105 Příklad bazénové technologie 104
Obrázek 106 Automatický zavlažovací systém 105
Obrázek 107 Příklad potrubního a elektrického rozvodu pro automatický zavlažovací systém 106
Obrázek 108 Retenční nádrž pro RD se vsakem 107
Obrázek 109 Příklad jednoduchého systému hospodaření s dešťovou vodou 108
Obrázek 110 Zesilovač a maticový přepínač 109
Obrázek 111 Příklad přípravy kabeláže pro stropní reproduktory 110
Obrázek 112 Příklad zapojení Loxone audio systému 110
Obrázek 113 Zásuvka 2xRJ45 111
Obrázek 114 Pokrytí půdorysu signálem Wifi 2,4 GHz 112
Obrázek 115 Vzor osazení RACKu 112
Obrázek 116 Vzor rozvodu internetu pro RD 113
Obrázek 117 Poplašná siréna systému Loxone 114
Obrázek 118 Příklad umístění prvků zabezpečovacího a kamerového systému 115
Obrázek 119 Dveřní vložka s elektronicky ovládaným zámkem 116
Obrázek 120 Příklad přípravy kabeláže pro přístupový systém 117
Obrázek 121 Nabíječka elektromobilu 118
Obrázek 122 Příklad přípravy kabeláže pro nabíječku elektromobilu 118
Obrázek 123 Standardní konfigurace FVE 119
Obrázek 124 Výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci panelů 119
Obrázek 125 Řez RD s příkladem instalace FVE 121
Obrázek 126 Sloupek ER+PS 122
Obrázek 127 Elektrizace bytových jednotek (ČSN 33 2130 ed. 3) 123
Obrázek 128 Zapojení třífázového dvoutarifového elektroměru s jedno povelovým spínacím prvkem – soustava TN-C s blokováním instalovaných akumulačních spotřebičů do celkového příkonu 10 kW 125
Obrázek 129 Vizualizace RD 126

Úvod

Chytrá domácnost je horké téma současné doby. Regály obchodů s elektronikou jsou plné produktů s označením „smart“, velké internetové obchody jsou zaplaveny RGB žárovkami, blikajícími reproduktory nebo Wifi prodlužovačkami a přední světoví technologičtí giganti nám představují hlasové asistenty a úžasné vše propojující mobilní aplikace, díky kterým si můžete po cestě z práce dát předehřát troubu nebo návštěvě na dálku otevřít branku ze zahrady a pomocí zabudovaného reproduktoru nasměrovat na terasu. Výrobci slibují skvělou konektivitu, přívětivost, intuitivní ovládání, jednoduchou instalaci a nastavení uživatelem za pár minut. Člověk má pocit, jako by už opravdu začínal žít v budoucnosti, jako Marty McFly z filmu Back to the Future nebo si myslí, že jeho nový dům bude jako sídlo Tonyho Starka řízené umělou inteligencí. Všechno to zní a vypadá úžasně, ve velké většině případů i docela dobře funguje. Do té doby, než se zasekne domácí 10 let starý Wifi router. Po takových zkušenostech často přichází frustrace zákazníků, skepse vůči novým technologiím a vytvoření mylné představy o tom, co chytrá domácnost je a měla by být.

Co tedy chytrá domácnost, chytrý dům, smart home či smart house je a co představuje? Jaká je jeho myšlenka? Co nového a lepšího nám může přinést? I odborníci v této branži bývají zmatení a volají o unifikaci, zavedení jasných definic a konceptů, o které se bude moci opřít jak laická, tak odborná veřejnost. Cílem této práce je proto vytvoření souboru doporučení pro projektování chytrých domů, které má alespoň na obecné rovině sloužit jako pomůcka k lepší orientaci v tomto odvětví.

V první části této práce se tedy zaměřím na definice nebo spíše pojetí myšlenky chytrého domu, co je spojuje a v čem se liší. Proč mnoho lidí vidí chytrou domácnost spíše jako hračku, u které si mění barvu žárovek pomocí mobilního telefonu dle aktuální nálady, než jako užitečný ekosystém zvyšující kvalitu jejich života a zároveň šetřící energii. Jak společnost chytré domy vidí, co si myslí, že jim přinesou a z čeho mají obavy. Dále se podívám na vývoj a základní aspekty, které by měla chytrá domácnost splňovat. Na jakých principech je postavena a jaké mají jednotlivá řešení omezení, co obnáší projekt s chytrou domácností spojený a jak u něj zúčastněné strany postupují. V závěru první části rozeberu výhled smart home technologií do budoucnosti, kam směřuje jejich vývoj a co nám v brzké době přinesou. Chytrými domácnosti se zabývá stále více společností, narůstá počet realizací chytrých domů, světové technologické společnosti začínají spolupracovat na vytváření nových komunitních standardů, Evropská Unie zavádí indikátor připravenosti budov na chytrá řešení, testuje jeho zavádění v členských zemích. Je z její strany velká iniciativa z hlediska zlepšení energetické náročnosti budov a jeho vyhodnocování na základně dlouhodobých měření a vyhodnocování dat pomocí systémů domovní automatizace. Vznikají pilotní projekty, na kterých se učíme efektivně pracovat s obnovitelnými zdroji energie, řídit toky energií a kvalitu vnitřního prostředí. Budovy se začínají připravovat na zavedení chytré sítě, komunitní energetiky a využívání vlastních zdrojů elektrické energie.

Ve druhé části práce se budu věnovat celému konceptu řešení chytrého domu na obecné rovině, od prvotního návrhu architektonického řešení, přes volbu materiálů pro stavbu RD, po jednotlivé technologie a technologické celky přítomné v novostavbách rodinných domů v České republice, svými parametry odpovídajícími podmínkám aktuální české legislativy, sledující současné trendy v oblasti občanské výstavby a možnosti jejich integrace do smart home systému za účelem vytvoření jednoho provázaného celku.

Z této části vychází (a navazuje na ni) soubor karet o rozsahu 1-3 strany, ve kterých jsou shrnuty základní informace o daném typu zařízení nebo technologii, obecný způsob jeho výběru, či naprojektováni, jeho typické požadavky pro napájení, jištění a způsob komunikace, dále jsou zde shrnuty obecné požadavky z hlediska stavební připravenosti, koordinace profesí a fází stavby, odkazy na příslušné normy, předpisy a nejčastější problémy související s projektováním a montáží daného typu technologie. Na konci karty jsou potom uvedeny typické příklady kabelové připravenosti nebo zapojení zakreslené v typovém výřezu půdorysu nebo jsou vysvětlena na přehledovém schématu.

Tyto 2 oddíly budou koncipovány tak, aby sloužily začínajícímu elektro projektantovi, manažerovi zakázek, architektovi, koordinátorovi stavby ale i stavebníkovi jako pomůcka pro zorientování se, alespoň na obecné, či univerzální rovině, ve velkém množství technologií, možností jejich kombinace návrhu a integrace v rámci konceptu chytré domácnosti.

V poslední části této práce bude provedena příkladová studie projektu chytrého domu, realizovaného firmou Heat Energy, která v rámci realizace této stavby dodává systém nuceného větrání, vytápění, střešní fotovoltaiku s bateriovým úložištěm a sběrnicový smart home systém. Budou zde popsány jednotlivé technologie, zdůvodněn jejich výběr a zhodnoceny schopnosti a způsob řízení celého chytrého domu.

1 Mapování vývoje a současného stavu v oblasti smart home technologií

1.1 Co je to chytrá domácnost a vymezení pojmu

V zahraniční odborné i populární literatuře se používá výraz smart home, smart house nebo home automation system, či smart building. První 2 označení jsou také převzaty českou literaturou, která je často nepřekládá nebo používá české ekvivalenty chytrý dům, chytrá domácnost nebo systém domovní automatizace. Ve většině případů tato označení znamenají totéž. V dnešní době neexistuje jednotná definice, o co je vlastně jedná [1]. Asi nejvýstižnější 2 definice chytrého domu zní:

> „Chytrý dům je rezidence vybavená komunikační sítí propojující síť senzorů, domácích spotřebičů a zařízení, která může být vzdáleně monitorována, kontrolována a která reaguje na požadavky svých obyvatel“ [2], str. 66

> „Chytrá budova je flexibilně spojená a interagující s energetickým systémem, v takovém smyslu, že je schopná vyrobit, uchovat a spotřebovat energii efektivně“ [1], str. 140

První definice je zaměřena na uživatele a jeho komfort, druhá se míří k efektivnímu hospodaření s energiemi, obě mají společný automatizační prvek chytrého domu.

Na českém trhu je pojem chytrá domácnost nejčastěji spjat s marketingovým označením pro soubor prvků komunikujících mezi sebou, které zvyšují komfort, navozují příjemnou atmosféru a jsou ovládány pomocí mobilní aplikace. Jako chytrý dům je označována celá budova, která je opatřena tzv. systémovou/inteligentní elektroinstalací. [3]

1.2 Vnímání chytré domácnosti společností

V oblasti povědomí a přijetí chytrých domácností společností bylo provedeno několik studií. Například výstupy práce "Smart Home Sweet Smart Home" -An Examination of Smart Home Acceptance [4], která byla provedena v USA, jsou že, smart home technologie jsou obecně pozitivně přijímány i starší populací, nebojí se porušení osobní bezpečnosti, či ztráty soukromí a investici do těchto technologií berou v rámci zvýšení komfortu, nehledí tedy příliš na návratnost. Tato práce vybízí k dalšímu výzkumu v této oblasti a vytvoření výstižných doporučení pro používání smart home technologií pro zvýšení povědomí o jejich užitečnosti.

Studie zabývající dopadem smart homes postavených na IoT zařízeních na psychické zdraví [5] vyvozuje závěry, že aplikace smart house technologií by měl být prvořadě užitečná, zábavná stránka věci je až druhořadá. Podotýká také, že trh v této oblasti je velice dynamický rychle se rozvíjející, předpokládá, že 24,6 % novostaveb RD v roce 2023 budou moci být klasifikovány jako smart (predikce z roku 2018).

Dle [4] bylo do dnešní doby provedeno velmi málo nezávislých výzkumů pojednávajících o skutečné užitečnosti chytrých domů pro koncového uživatele, existují data o pozitivním přijetí technologie z domovů pro seniory – zejména adaptivní a noční osvětlení. Prokazatelně pozitivní výsledky o užitečnosti těchto technologií s velmi kladnou zpětnou uživatelskou vazbou vycházejí z dlouhodobého pozorování komunity ortodoxních Židů, kterým smart home výrazně usnadňuje život během Šabatu.

Studie porovnávající vnímaní smart homes v Británii, Německu a Itálii [6] vyvozuje, že je potřeba rozšířit povědomí o využitelnosti smart home technologií mezi koncové uživatele a vlastníky

domů, jelikož chytré domu budou důležitou součástí plánovaných chytrých sítí, chytrých měst a komunitní energetiky, chybí zde však iniciativa ze strany politické či akademické. Domy v těchto zemích začínají být vybavovány chytrými elektroměry, ale bez spojení se smart house systémy nemají velkou funkcionalitu. Někteří dotazovaní navrhují, že by všechny nové budovy měly být chytré nebo minimálně připravené pro aplikaci takových systémů. Smart home prvky představené energetickými společnostmi čelí ve společnosti velkému odporu a nejsou vnímány jakou důvěryhodné. Obava o bezpečnost osobních dat je zde brána jako jeden z hlavních důvodů, proč lidé tyto technologie odmítají. Dále upozorňuje na to, že vždy se najde určité procento společnosti, které nebude schopné výhody chytrých domácností využít ať už z důvodů finančních, fyzických, psychických, socio-ekonomických, socio-strukturálních, nebo jiných životních omezení. Z průzkumu také vyplývá, že požadavky na funkčnost chytrého domu se liší na geografické poloze, nebo jestli se nachází v městském, či venkovském prostředí.

V kapitole 12 publikace Who runs the World: Data [7] se pojednává o tom, že limity funkčnosti inteligentní budovy jsou daleko za hranicí očekávání běžného zákazníka a záleží spíše na ochotě investovat do systému. Zároveň, pokud má zákazník skromná očekávání může pro krátké diskusi se smart home specialistou získat za rozumnou cenu mnohem více, než předpokládal.

Zástupce společnosti BHS [8], která je v současnosti leaderem ve sféře integrace kuchyňských spotřebičů říká, že vývoj jednoznačně směřuje k tomu, aby i takové spotřebiče byly „smart“, dokázaly komunikovat s nadřazeným systémem ať už z hlediska úspory energie, času nebo zvyšování komfortu. V dnešní době se však tento trh teprve rozvíjí a běžní uživatelé, kteří nemají jiné smart prvky nebo celý chytrý dům, tyto funkce využívají jen minimálně, nebo vůbec.

Z dosavadních zkušeností společností Yatun [3], Legrand [9] a Eaton [10] vyplývá, že budoucnost domovní automatizace spočívá v bezdrátovém řešení, a to nejen pro rekonstrukce, ale i novostavby. Je to dáno zejména faktem, že bezdrátové systémy jsou více flexibilní, méně nákladné na aplikaci při rekonstrukcích, mnohdy i levnější a ve většině případů jejich nastavení zvládne laická osoba. Byť tyto systémy mají stále podstatně omezenější možnosti, lidem, kteří s nimi doposud nemají zkušenosti, to často stačí a pokud jsou spokojeni s výsledkem, začnou se o tuto problematiku zabývat více. Nakonec třeba u novostavby už chtějí provézt minimálně přípravu pro drátový systém a volí technologie takových výrobců, aby byly do tohoto systému integrovatelné.

Velmi zajímavý pohled na chytré domy přináší práce zkoumající odrazový efekt (rebound effect) chytrých domů [11]. Vidí chytré domy jako cestu k redukci CO_2 a dopadu budov na životní prostředí, ale upozorňuje na velké procento odrazového efektu způsobené jeho uživateli, kteří s vědomím, že jejich domy šetří energií, naopak více plýtvají. Vidí velkou výhodu v technologiích „šetřící“ čas, což jsou účelná zařízení, se kterými běžný uživatel moc nepřijde do styku, tedy technologie zajišťující kvalitu vnitřního prostředí, TUV, nebo například spotřebiče jako chladničky, pračky apod. Jejich chod může být řízen na základě informací o aktuální ceně elektřiny v DS nebo výrobě z FVE, avšak jejich pořízení vyžaduje pro průměrnou domácnost poměrně velkou investici s nejistou návratností. Potom jsou v domě technologie „časově náročné“ (TV, PC, Audio systém), jejichž integrace do smart home systému může přinést naopak zvýšení spotřeby energie, protože je bude uživatel používat častěji. Stejně tak u osvětlení hrozí riziko zvýšení spotřeby energie, protože v chytrých domech obecně bývá větší množství automaticky ovládaných svítidel s možností nastavování různých scén, což znamená, že uživatel stráví více času jejich nastavováním, laděním a používáním systému osvětlení. Ve výsledku bude

celková spotřeba energie na svícení větší. Autor rozebírá jednotlivé typy místností, jejich vybavenost a jaký je potenciál vzniku negativního odrazového efektu. Z výsledků dotazované skupiny vyplývá, že by si přáli mít úplnou kontrolu nad smart house systémem. Závěry této práce jsou, že systém musí být schopen obeznámit lidi s jejich spotřebou energie, návyky spotřeby a musí tyto hodnoty smysluplně vizualizovat a prezentovat. Systém musí mít jednoduché a srozumitelné uživatelské rozhraní pro ovládání. Snižování spotřeby energie nemůže být postaveno na základě snížení komfortu uživatele. Pořízení systému musí uživateli dávat smysl a mít pro něj přidanou hodnotu. Pořízení systému nemůže být natolik nákladné, aby se uživatel musel rozmýšlet, jestli jeho přidaná hodnota za to stojí a bezpečnost systému musí mít největší prioritu. Návrh celého systému musí počítat s tím, že průměrný člověk nemá žádné nebo jen velmi malé znalosti o tom, jak fungují pokročilé technologie a MaR systémy. Uživatel to v podstatě ani nemusí vědět. Stačí, že ví, že díky jeho smart systému má v domě přesně takové prostředí, jaké si přeje po celý rok a pomocí jednoduchého rozhraní ovládá celou chytrou domácnosti přesně tak, jak chce. Přidání nových zařízení by mělo být jednoduché ve stylu UPnP a konektivita postavená na Wifi a RF komunikaci.

1.3 Vývoj a základní pilíře chytrých domů

V současné době existuje mnoho definic pro koncept chytré domácnosti neboli smart home/house. Analýzou literatury, zabývající se jejich vývojem, současným stavem a jejich vnímáním společností, a na základě rozhovorů s odbornými zástupci firem působících na smart house trhu, jsem zjistil, že k dnešní podobě konceptu chytrého domu směřovaly 2 hlavní směry a pohledy, které staví na odlišných základech a myšlenkách.

První směr se začal vyvíjet od první poloviny 20. století, kdy masivní rozvoj elektrifikace, dostupnost elektřiny v domácnostech a vynálezy dnešních běžných spotřebičů, jako vysavač, elektrická trouba a chladnička, umožnily rapidně zvyšovat komfort a kvalitu života obyvatelstva [12]. Na základě těchto skutečností, si lidé začali uvědomovat, že pořízení dalších elektrických spotřebičů jim zjednoduší život a budou mít více času na jiné záležitosti, než je starost o chod a čistotu jejich obydlí. Tento směr je tedy založen na zvyšování pohodlí a luxusu. V dnešní době je tento trend vidět v nepřeberném množství „smart“ žárovek, svítidel, robotických vysavačů, sekaček na trávu a dalších produktů.

Druhý směr má kořeny spíše v průmyslu a administrativních budovách, kde se začal v průběhu 20. století klást stále větší důraz na optimalizaci spotřeby energie, zdrojů a zvyšování bezpečnosti. Budovy se začaly modernizovat a aplikovat v nich technologie jako jednoduché elektro mechanické termostaty a začaly vznikat základy například ekvitermní regulace [13]. Další zásadní krok v tomto ohledu, bylo postupné zavádění a vývoj systému energetického managmentu budov a automatizace budov založená na implementaci MaR systému řízeného pomocí PLC.

Máme tedy 2 směry, které se vyvíjí a implementují již od počátku 20. století a zdánlivě spolu nesouvisí. Zvýšení pohodlí a úspora energie. Jak můžeme vidět hnací motor pokroku je lidská lenost a chamtivost. Člověk je od přírody vynalézavý tvor a pokud se mu nelíbí, jak něco funguje, nechce těžce pracovat, raději investuje svůj čas tomu, aby vynalezl zařízení, které tu práci udělá za něj, nebo mu při nejmenším ulehčí a zkrátí dobu výkonu té dané práce. Stejně tak, pokud je pro něj něco ekonomicky náročné. Ekonomická náročnost je podnět, který jedince i společnost tlačí ven z jeho komfortní zóny a nutí ho tím pádem přijít s nějakým řešením, které ho zase vrátí zpět.

Jak se tedy dostaneme od těchto myšlenek k funkčnímu konceptu chytré domácnosti?

- Máme soubor spotřebičů, které chceme v domě mít, usnadňují nám život a šetří čas.
- Máme soubor technologií, které v domě chceme, a které nám zajišťují kvalitní a komfortní vnitřní prostředí.
- A také máme legislativu, které se musíme držet.

Pokud na tyto aspekty aplikujeme myšlenky, rozebrané v předchozích odstavcích, znamená to, že chceme, aby naše bydlení bylo co nejpohodlnější, nejpříjemnější a zároveň za něj chceme mít co nejmenší výdaje.

Natalija Lepkova [7], Sarah J. Darby [1] Nazmiye Balta-Ozkan a spol [2] a zástupci smart house společností, se kterými jsem provedl rozhovor (Loxone [14], TECO [15], ICTexpetr [16], Yatun [3], Legrand [9], HDL Automation [17], ABB [18], BSH [8] a dal. [10], [19], [20]), působící na českém trhu se shodují, že trh v oblasti smart house technologií je momentálně na rozcestí a zažívá velký rozvoj v oblasti integrace technologií a spotřebičů pod jeden celek. Zároveň pozorují trend v přerodu schopností chytrých domácností. Z typického zvyšování komfortu a poskytování zábavy pro uživatele v zaměření na redukci spotřeby energie, monitorování rozložení spotřeby v daném časovém horizontu a optimalizaci energetického managementu budovy. Se zaváděním komunitní energetiky a vyššího podílu OZE se zároveň mění charakter spotřeby energie ze spotřeby dané aktuálním požadavkem energie (pračka pere v jakoukoliv denní dobu, uživatel ovládá pračku, má fixní cenu energie) na spotřebu přizpůsobenou podle dostatku a aktuální výhodnosti energie (pračka, potažmo smart house systém, sama pozná, kdy je pro ni nejvýhodnější prát). Chytrá budova, jako celek, má mít schopnost získávat informace ze svého okolí (vnější i vnitřní prostředí) a adekvátně reagovat na jeho změny. Progres v občanské výstavbě je hnán dopředu třemi základními aspekty: „1. dlouhověkost a udržitelnost, 2. energetická náročnost a efektivita, 3. komfort a uspokojení potřeb uživatelů.“ (převzato z [7])

TROY CARLSON [21] rozebírá 5 základních elementů chytrých domácností:

Tabulka 1 5 základních elementů chytrých domácností

 ENERGIE	Chytré domy mají umět efektivně hospodařit s energií a samy o sobě být energeticky efektivní. Mají se naučit uživatelské návyky, předvídat, kdy dojde ke spotřebě, náležitě se na to připravit a pomoct uživateli redukovat účet za dodávku energií.
 BEZPEČNOST	Chytré domy se mají nepřetržitě starat o bezpečnost a správný chod domácnosti. Mají pro uživatele zaznamenávat nenormální události a připomínat pravidelnou údržbu, aby měl přehled o tom, co se děje bez jeho vědomí.
 PŘÍVĚTIVOST	Chytré domy mají uživateli zjednodušit plnění rutinních úkonů, šetřit čas svou předvídavostí a automatizací a dát více prostoru, aby se mohli věnovat svému životu.

 ATMOSFÉRA A POHODLÍ	Chytré domy mají navodit příjemnou a komfortní atmosféru pro své uživatele přesně tak, jak požadují. Mají poznat kdo v domě má co rád a přizpůsobit tak své chování.
 ZÁBAVA	Chytré domy by měli uživateli poskytnout nadstandardní možnost zábavy a ukázat, že možnosti domů již jsou na úrovni některých Sci-Fi snímků. Nikdo nechce efektivní dům, nacpaný technologií, který je zároveň ale ten nejnudnější dům.

Natalija LEPKOVA [7] dále podotýká, že pro správnou funkčnost domovní automatizace je potřeba sledovat údaje o budově samotné, např. živý BIM model, a o lidech v ní, tedy informace ze senzorů a uživatelské nastavování. Shrnuje silné a slabé stránky, možnosti a hrozby pro chytré budovy, které jsou prezentovány v následující tabulce:

Tabulka 2 Analýza systémů domovní automatizace, převzato z [7]

Silné stránky systémů domovní automatizace	**Slabé stránky systémů domovní automatizace**
1. Efektivní využití energie a dalších zdrojů v budově 2. Uživatelsky přívětivé pracovní prostředí a životní prostor 3. Omezení nákladů na provoz a údržbu budovy 4. Propojení všech dílčích systémů a technologií budovy 5. Zajištěná bezpečnost budovy i uživatelů	1. Nepřiměřené nebo nevhodné požadavky uživatelů, ignorace skutečností 2. Nesprávná funkčnost špatným nastavením nebo instalací systému odporníky, nekvalifikovanost realizátorů 3. Obtížná integrace zařízení různých výrobců 4. Špatná komunikace zúčastněných stran při tvorbě a realizaci projektu 5. Selhání systému na základě špatného výběru a kvality produktů 6. Lidský faktor jako největší poruchová veličina
Možnosti systémů domovní automatizace	**Hrozby pro systémy domovní automatizace**
1. Přesnější, efektivnější a ekonomičtější managment budovy díky technologickému pokroku 2. Přirozená soutěživost mezi lidmi v nové výstavbě – rychlejší rozvoj smart systémů a větší dosah se společnosti 3. Neomezené možnosti nastavení systému 4. Jedno uživatelské rozhraní pro různá zařízení a technologie	1. Snížená bezpečnost celého systému kvůli možnosti nabourání se do systému 2. Nedostatek společných definic pro systémy domovní automatizace, nejasnost v terminologii a její nesprávné používání 3. neužitý potenciál systémů 4. stárnutí technologie 5. drahé systémové komponenty a omezený výběr

Na celkovou funkčnosti má beze sporu fakt, kolik je zákazník ochoten do systému investovat a hlavně, jestli je vůbec dostatečně kompetentní pro jeho plné využívání. Také má obavy o budoucí bezpečnost systémů, ukládání velkého množství osobních dat nebo nezájem lidí

o nové technologie. Všímá si, že je mezi populací nízká informovanost a odpor k domovní automatizaci. Většina těchto závěrů vychází z průzkumů z Británie a USA.

Studie zabývající se chytrými domy [6] přichází se závěry, že chytré domy budou klíčový komponent chytrých sítí a můžou hrát významnou roli v dosažení cíle EU o $CO_{2.}$ neutralitu.

1.4 Současnost projektování a realizace chytré domácnosti

V této části budu vycházet z poznatků a informací, které mi předali zástupci firem působících v oblasti smart house technologií na českém trhu, dále z materiálů, které mi byly poskytnuty, fór a článků na internetu a z vlastních zkušeností v rámci dosavadní praxe.

Jen velmi malé procento novostaveb je vybaveno smart house systémy na takové úrovni, aby bylo dosaženo plné integrace všech dílčích systémů a technologií, které budou popsány v kapitole 2.2. Samotná stavba těchto domů je velice nákladná, pohybuje se v desítkách až stovkách milionů korun a cena samotného systému se pohybuje od dvou milionů korun nahoru [3], [19]. Hlavními osobami těchto projektů jsou architekti, kteří mají tým odporníků všech profesí, kterými jsou i smart home specialisti a integrátoři. Tyto systémy bývají postavené a upravené na míru investorům. S jejich pořízením se počítá již od prvopočátku projektu. V těchto případech je v podstatě vše podřízeno pohodlí a komfortu uživatele. Objekty mívají velké technické prostory a jednotlivé technologie bývají předimenzované, protože zákazník chce mít jistotu, že bude vždy vše fungovat. Často ho velmi nezajímá spotřeba energie nebo energetická náročnost objektu. Navíc pokud je součástí domu venkovní a vnitřní bazén, domácí wellness nebo sportoviště, je poměrně zbytečné řešit domácí FVE s instalovaným výkonem 10 kWp a peletková kamna. Takový objekt je rezidenční budova s pokročilým MaR systémem, který však používá designové uživatelské rozhraní. Každá instalace je unikátní a vyžaduje individuální přístup. Chybí zde ten aspekt jednoduchosti a snadného uživatelského rozšíření systému.

Obrázek 1 Luxusní rezidence se systémem Crestron

Elektro projektantská práce často spočívá v návrhu obecného MaR systému, na který poté navazují programátoři a systémoví integrátoři. Celý projekt může trvat i několik let, než je dotažen ke zdárnému konci.

Na straně druhé je dnes trh nasycen poměrně levnými produkty využívajícími známe komunikační protokoly jako ZigBee, Z-Wave a další, které fungují na principu IoT a jejich nastavení probíhá na úrovni posouvání slidebaru v mobilní aplikaci. Tato zařízení jsou velmi vhodná nejen pro rekonstrukce, ale i pro novostavby, kde lze velmi snadno bez sekání a jiných zásahů do elektroinstalace vytvořit systém umožňující automatické ovládání žaluzií, osvětlení, zásuvek nebo teploty. Každý systém, který není přímo připojen k domácí Wifi síti, potřebuje vlastní komunikační bránu, která muže kombinovat například ZigBee (2,4 GHz) a Z-Wave (868 Mhz) zařízení. Většina výrobců potom umožňuje propojení s hlasovými asistenty jako je Alexa, Siri apod. (více v kapitole 2.4.3). Tyto systémy nemají ovládací prvky v rozvaděči, jsou určeny pro instalaci a nastavení koncovým zákazníkem, neumožňují plnou míru integrace ostatních technologií, jako v prvním popsaném případě, ale domácnost s těmito zařízeními, s celkovou investicí do sto tisíc korun, umožňuje zhruba 70% funkčnost a integraci jako instalace za více než desetinásobek, což však běžnému uživateli stačí [3]. Problém těchto technologií bývá v tom, že lidi často rychle omrzí. Nepřináší tak velkou spolehlivost jako drátové systémy. Jsou postaveny na tom, že si uživatel sám systém po částech nakoupí, zprovozní a vyladí postupem času dle svých požadavků. Poměrně rychle tyto produkty stárnou kvůli svému často značně futuristickému designu nebo zabudovaným bateriím. „Jedná se o spotřební zboží, ale dá se sním takzvaně zahrát docela dost muziky za málo peněz“ [3].

Obrázek 2 Možnosti bezdrátového systému Fibaro (Z-Wave)

Pro takovéto instalace není potřeba žádný složitý projekt nebo vytvoření projektové dokumentace. Uživatel však musí počítat s tím, že pokud bude do domu instalovat FVE, bateriové úložiště, nabíječky elektromobilů, vzduchotechniku se systémem zpětného získávání tepla apod., pravděpodobně tato zařízení spolu nebudou nijak komunikovat. Pro každé bude používat vlastní ovládací prvky a aplikaci. Na zdi bude mít vedle sebe smart vypínač s možností stmívání, ovládací jednotku VZT, termostat a tlačítka pro ovládání žaluziových motorů. Pokud bude hodně hledat, podaří se mu sehnat zhruba 70 % těchto prvků ve stejném nebo hodně podobném designu.

Je ale takovýto dům opravdovým chytrým domem? Chybí mu právě provázanost co největšího počtu dílčích technologií, tedy sofistikovaný energetický managment a určitá robustnost a univerzálnost. Ocení ho technologičtí nadšenci a lidé, kteří mají rádi časté změny a možnost hrát si se svým vlastním domem. Jedná se tedy o dům naplněný smart home technologiemi. Nicméně právě tyto produkty budou v nejbližší budoucnosti dominovat trhu na poli chytrých domů i co se týče novostaveb. Mají největší vliv na to, jak společnost tyto technologie vnímá,

díky nim se momentálně rozšiřuje povědomí o něčem takovém, jako je chytrý dům. Jenže právě tím, že nastavování a implementace těchto prvků je prováděno laiky, tak i kazí myšlenku a podstatu chytrého domu jako komplexního celku. Tato zařízení se však vyvíjejí extrémní rychlostí, a pokud je instaluje někdo s povědomím o domovní automatizaci, může se posunout na téměř ideální úroveň.

Mnoho firem, které se dříve specializovali jen na určitou technologii nebo technologický celek, začíná vytvářet své smart home aplikace a otevírat se možnostem integrace do dalších systémů nebo integrují prvky třetích stran do sebe. Tímto směrem pravděpodobně vede cesta. Rodinné domy jsou rozmanité stejně jako jejich uživatelé se svými návyky a specifickými potřebami. Nelze tedy vymyslet čistě univerzální řešení pro rodinný dům. Lze však stanovit nějaký základ a principy, podle kterým se stavebník rozhodne, jaké systémy jsou pro něj vhodné, smysluplné, jaké možnosti v rámci domovní automatizace dokáže využít, a co má pro něj ideální přidanou hodnotu.

Velmi zajímavým řešením je využití sběrnicových systémů odvozeních z průmyslové automatizace, které jsou vylazeny pro aplikaci v RD a zároveň umožňují bezdrátovou komunikaci. Nejčastěji využívají sběrnici, která je podle určitých pravidel tažena po celém objektu, na kterou jsou připojeny jak aktory, tak senzory. Jedná se o systémy centralizované, decentralizované nebo částečně decentralizované. Pravděpodobně nejznámějším systémem tohoto typu je decentralizovaný systém KNX, který v Česku není moc využívaný a je poměrně nákladný pro instalaci v rodinném domě. Je to však systém robustní s funkčností prověřenou na instalacích, které mají více než 25 let, a které prokazují nespornou výhodu těchto systémů z hlediska úspory energií a zajištění kvality vnitřního prostředí. [18]

Obecně levnější a dostupnější jsou centralizované systémy, s řídící jednotnou typu PLC, které dnes disponují velkým množstvím komunikačních a rozšiřujících modulů. „V ideálním případě se s jejich nasazením počítá již při samotném návrhu RD“ [15], stejně jako s návrhem otopné soustavy, zdroje tepla a systémem stíněním, větrání apod. Všechny známé a běžně používané technologické celky a možnost jejich integrace do smart house sytému budou popsány v kapitole 0.

Tyto systémy samy o sobě nezajišťují a neslibují úplnou integraci všeho, na co si uživatel vzpomene, jako v prvním popsaném případě. Ale pokud je k návrhu přistupováno správným způsobem, jde jen to, vybrat ty správné produkty, které umožňují komunikaci s nadřazeným systémem. Většina těchto systémů je navíc otevřených, tudíž instalační firmy, integrátoři nebo sami uživatelé mohou vytvářet pomocí API integrační bloky pro v podstatě jakákoliv zařízení umožňující nějaký způsob komunikace. [3], [14], [18], [19]

Při tvorbě projektu je potřeba si sehnat co nejvíce podkladů a aktivně spolupracovat s ostatními profesemi a investory. Firma, která konkrétní drátový systém instaluje, by měla mít vytvořené portfolio produktů a technologií, které je schopna do systému integrovat a mít sestavený koncept řízení domu jako celku. Měla by zákazníkům zdůraznit možnosti systému a co je s čím propojeno. [3], [19], [20]

Práce elektro projektanta a programátora již v tomto případě není tak náročná, ale pořád tady je. Proto tyto systémy pravděpodobně nikdy nebudou mít dominantní postavení v občanské výstavbě. Cena těchto systémů je velice variabilní a odvíjí se od toho, co všechno je do smart house sytému zahrnuto a integrováno. Jde se tímto způsobem dostat k ideálnímu chytrému

domu? Možná. Vždy záleží na rozsahu celého projektu, požadavcích klienta a přidané hodnotě, kterou mu systém dává. [14], [16], [18]

Žádný systém není dokonalý, každý má své nesporné výhody a nevýhody. Vývoj systémů založených na PLC se nyní více zaměřuje na optimalizaci spotřeby v domě, připravenost na komunitní energetiku a smart grid. [15], [17]

1.5 Výhled od budoucna smart house technologií a pilotní projekty

Životnost systémů využívajících PLC může být okolo 15-20 let, proto je potřeba elektroinstalaci koncipovat tak, aby se při výměně systému nemuselo sekat do zdí a měnit kabeláž. [16]

Komunikaci je potřeba řešit pomocí zaběhlých protokolů. Vývoj nevede cestou kompletního převzetí řízení všech technologií, které jsou instalovány v domě. To by bylo jako znovu vynalézat kolo. Lepší způsob je, využít smart house systém jako prostředníka pro komunikaci mezi samostatnými technologiemi a využívat takový interface, který bude vyhovovat uživateli. [3], [16]

Projektový manažer společnosti Yatun, Richart Sobotka říká: „Správný chytrý dům je takový, že uživatel ani nepozná, že se v něm právě nachází.“ [3]

Trh se smart house systémy se začíná dělit na 2 skupiny. První skupina jsou systémy, které jsou přímou součástí každodenního života uživatele a které on vnímá, to znamená primárně osvětlení, přístupový a zabezpečovací systém, spotřebiče, ovládání žaluzií, hudba a zábava. Druhá skupina se bude vyvíjet spíše kolem energetického managementu, tzn. smart grid, řízení spotřeby podle flexibilních tarifů, řízení toku elektřiny vyrobené FVE, hlídání a zajišťování kvality vnitřního prostředí. Tedy technologie, o kterých v ideálním případě uživatel ani neví, že existují. [9], [17]

Pokud jsou první a druhá skupina provázány nějakou komunikací a umí spolupracovat, opět se může jednat o kompletní smart home.

Někde mezi těmito skupinami se pohybují a budou pohybovat systémy vytvářející kompletní chytrý dům, který spojuje obě skupiny do jedné. V současné době v této kategorii dominují na českém trhu instalace postavené na systémech Loxone a TECO. Dále mezi tyto systémy patří ABB Free@home, Buspro od HDL, Control4 a samozřejmě KNX.

Paradoxně největší povědomí má společnost o té první skupině smart produktů. Řekněme té ne tak zásadní pro chod domácností. Upřímně se ale není čemu divit, trh je jimi nasycen a člověk žijící v standardním panelákovém bytě 3+1 s připojením na CZT toho kromě řízení osvětlení a automatických termostatických hlavic moc nevymyslí. K tomu tyto produkty skvěle postačují a prokazatelně šetří energií. Je zde také naděje, že lidé, z takto vybaveného bytu, budou v budoucnu stavět dům, který budou chtít vybavit systémem s inteligentní elektroinstalací a celý jeho návrh bude přizpůsoben k tomu, aby z něj byl plnohodnotný chytrý dům.

Na základě velkého množství statistických a diagnostických dat sbíraných smart home systémy, které hojně využívají cloudová úložiště, bude možné velmi přesně a dobře nastavovat energetický management a připravit se na nečekané změny. Bohužel zde však hrozí velké riziko, napadení systémů, úniku a zneužití dat. [20]

Dalším problémem v podstatě všech elektronických systémů je spolehlivost, dříve nebo později dotyková obrazovka zamrzne, ztratí se konektivita mezi zařízeními po aktualizaci softwaru

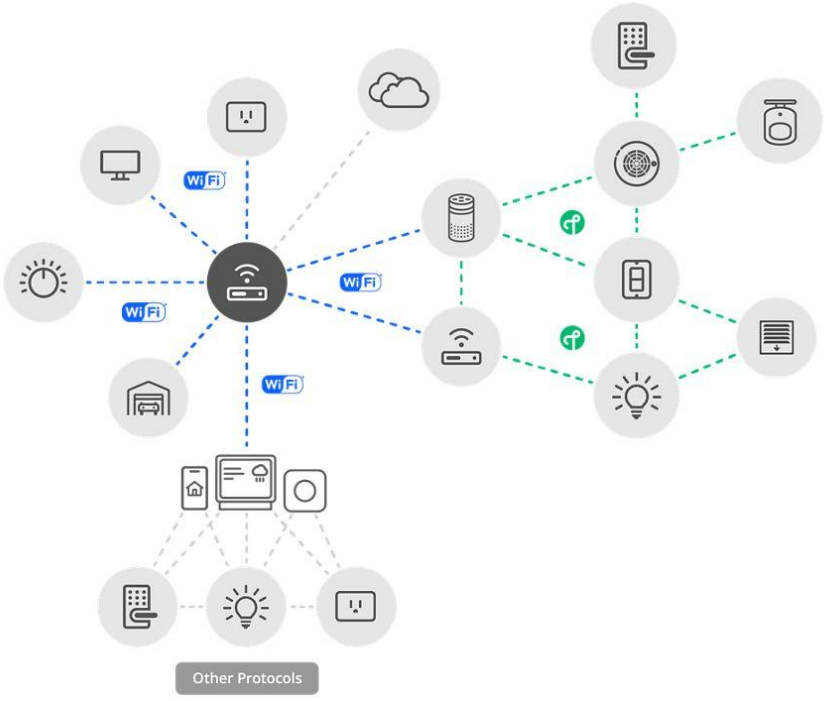
a podobně, je proto důležité chytré domy navrhovat tak, aby alespoň ty nejdůležitější celky šly ovládat také manuálně. [3]

1.5.1 Aliance Matter

Na konci roku 2022 má být představen nový komunikační standard Matter zaštitován CSA (Connectivity Standard Alliance). Na je ho vývoji a implementaci pracují přední světoví technologičtí leadeři jako Google, Apple, Amazon, Samsung a Zigbee asociace. [22], [23]

Aliance Matter vznikla s myšlenkou sjednocení smart home technologií a vytvoření univerzálního standardu. Dle CSA mají být smart home zařízení zabezpečená, spolehlivá a bezproblémová pro uživatele. Uživatel bude mít jistotu, že jakékoliv zařízení s certifikátem Matter bude bezproblémově komunikovat s ostatními a bude je moct ovládat a nastavovat přes jakékoliv Matter uživatelské rozhraní. [22], [23]

Matter bude postaven na IP komunikaci. Matter zabezpečení nebude spoléhat na zabezpečení ostatních komunikačních protokolů, nad kterými se nachází, a bude využívat vlastních knihoven a šifrování. Zároveň bude hlídána i bezpečnost v průběhu výroby Matter zařízení. [24]



Obrázek 3 Struktura komunikace Matter

Komunikace zařízení bude probíhat lokálně mezi sebou, bez nutnosti posílání informací přes cloud nebo připojení k internetu. Zařízení, jejichž komunikace je postavena na jiné technologii budou nadále komunikovat mezi sebou, pokud mají nějakou společnou bránu připojenou k domácí sítí, umí tato zařízení díky Matter komunikovat i s ostatními smart home prvky postavenými na jiné technologii nebo od jiného výrobce. Dalším cílem Matter je, úplně se v rámci chytrého domu zbavit různých komunikačních bran tzv. HUBů. [22], [23]

1.5.2 Smart Readines indicator (SRI)

Česky indikátor připravenosti budov pro chytrá řešení vychází z Evropské směrnice o energetické náročnosti budov [25]. Evropská komice podotýká, že smart technologie budou klíčovým faktorem pro dosažení uhlíkové neutrality budov a zároveň vytvoření zdravějšího, efektivnějšího a komfortnějšího životního prostředí. [26], [27]

SRI má za cíl zvýšení povědomí o výhodách smart technologií v budovách, jejich funkčnosti a přidané hodnotě pro uživatele, spotřebitele energií a energetické sítě. Může tak podpořit technologické inovace ve stavebnictví a stát se pobídkou pro integraci špičkových chytrých technologií do budov. [26], [27]

Míru „chytrosti budovy" definuje jako schopnost budovy nebo jejich systémů vnímat, interpretovat, komunikovat a aktivně reagovat účinným způsobem na měnící se podmínky ve vztahu k provozu technických systémů budovy nebo vnějšího prostředí (včetně energetických sítí) a adekvátně reagovat na požadavky uživatelů budovy. [26], [27]

Na základě studií prováděných na 112 administrativních a obytných budovách v EU byl vytvořen soubor hodnotících kritérií. Během práce na studiích a konzultaci s příslušnými zúčastněnými stranami došli ke zjištění, že na trhu se smart technologiemi panuje velký zmatek a dynamika. Často dochází k mis interpretaci pojmů a špatnému užívání definic. SRI má také za cíl vnést do společnosti lepší povědomí o schopnostech a funkčnosti smart home technologií a více sjednotit definice a evropský trh. Očekává se, že SRI bude mít vliv na trh se smart home technologiemi prostřednictvím efektu „tržního tahu" i „tržního tlaku". Efekt tržního tahu je řízen dopadem, který má hodnocení SRI na nemovitosti, prostřednictvím zvyšování povědomí mezi zúčastněnými stranami (realitní agentury, developeři, investoři, majitelé a dal.). Efekt tržního tlaku spočívá ve vytvoření společného rámce, který SRI představuje. Dává poskytovatelům služeb, stavebním, technologickým a instalačním firmám možnost, aby se sami organizovali a propagovali své nabídky na společném základě v souladu s kritérii SRI v celé EU. [26], [27]

Příloha 1a evropské směrnice o energetické náročnosti budov [25] zdůrazňuje 3 klíčové schopnosti inteligentní budovy:

Optimalizace energetické náročnosti a celková účinnost provozu

Adaptování se chování a potřebám uživatelů

Přizpůsobení se signálům ze sítě (Energetická flexibilita)

Obrázek 4 Klíčové schopnosti smart ready budovy, převzato z [27]

Obrázek 5 7 kritérií SRI, převzato z [27]

Z těchto tří schopností se dále rozvíjí 7 kritérií [26]:

Energetická účinnost

Údržba a predikce poruch

Komfort

Pohodlí

Zdraví a pohoda

Informace pro uživatele

Energetická flexibilita a skladování energie

A těmito kritérii se hodnotí 9 technologických oblastí (domén) [26]:

Vytápění

Chlazení

Teplá voda

Větrání

Osvětlení

Dynamická obálka budovy

Elektřina

Dobíjení elektromobilu

Měření a regulace

Hodnotící tabulka poté vypadá takto [26]:

IMPACTS

DOMAINS	Energy efficiency	Maintenance and fault protection	Comfort	Convenience	Health and well-being	Information to occupants	Energy flexibility & storage	SRI
Total	39%	18%	60%	71%	48%	59%	0%	42%
Heating	32%	18%	62%	55%	24%	74%	0%	
Sanitary hot water	17%	0%	45%	70%	67%	83%	0%	
Cooling	65%	51%	78%	72%	61%	55%	0%	
Controlled ventilation	41%	0%	55%	60%	34%	44%	0%	
Lighting	85%	14%	90%	100%	83%	15%	0%	
Dynamic building envelope	10%	0%	31%	56%	22%	46%	0%	
Electricity	10%	0%	-	-	-	68%	0%	
Electric vehicle charging	_	38%	-	82%	-	84%	0%	
Monitoring and control	52%	43%	62%	72%	45%	64%	0%	

Obrázek 6 Matice pro stanovení celkového SRI [26]

Hodnocení probíhá procentuálně vůči dosažitelnému maximu pro dané kritérium technologické oblasti. Pro hodnocení jsou vytvořeny 3 základní postupy:

Postup A: Zjednodušená metoda; je určený pro rezidenční a malé nerezidenční budovy s půdorysnou plochou do 500 m^2; lze provést i online na základě vyplnění zjednodušeného formuláře, nebo je může provést osobně specialista, který je oprávněn vystavit certifikát

Postup B: Profesionální SRI hodnocení; pro nerezidenční budovy nad 500 m^2 půdorysné plochy a na vybrané rezidenční budovy; prováděné technologickým specialistou; jako pomůcka slouží detailní formulář všech smart technologií a služeb

Postup C: Pro již existující a používané budovy; provádí se na základě dlouhodobých měření a sběru dat (zhruba 1 rok) [26]

Momentálně probíhá testovací fáze zavádění hodnocení SRI ve spolupráci se specialisty v Dánsku, Rakousku, Francii a dalších přihlášených zemích EU. Tato fáze by měla být ukončena v průběhu roku 2023. Celý systém hodnocení je postaven tak, aby jej mohla každá členská země upravit na základě svých priorit a možností. Velkou roli například hrají klimatické podmínky dané země. [27]

Analýza dopadů SRI ukazuje, že jejím zavedením, by se mohlo dosáhnout dodatečných 5 % energetických úspor oproti konvenčnímu řešení. [26]

1.5.3 V-PENB

Virtuální průkaz energetické náročnosti budovy je vyvíjený nástroj, který má na základě informací o reálné spotřebě energií, např. RD, za jeden rok, zhodnotit reálnou energetickou náročnost budovy a porovnat ji s klasickým průkazem energetické náročnosti vypočítaným dle vyhlášky 264/2020 Sb., kde se používají standardizovaná klimatická data a měsíční krok a budova je hodnocena vůči referenční budově. [28]

Toto téma úzce souvisí s výše popsaným SRI, jelikož na základě kontinuálního měření požadovaných hodnot může být V-PENB vypracováván automaticky a na jeho základě upravováno chování budovy. V tomto případě se vyšetřovaná budova stane sama sobě referenční budovou. Největší výzvou této metody hodnocení je správné přepočítání například spotřeby energie na vytápění vzhledem k rozdílné délce otopného období, rozdílnému průběhu venkovní a vnitřní teploty nebo rozdílným solárním ziskům za hodnocené období. [28]

1.5.4 Český soběstačný dům

Obrázek 7 Český soběstačný dům

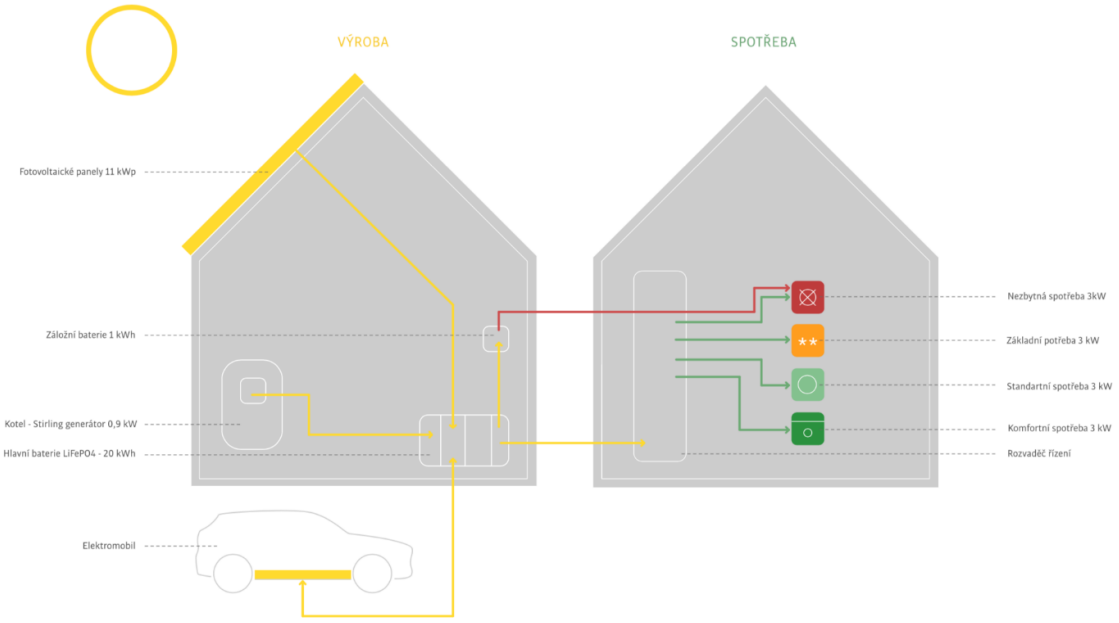
Jedná se o zcela ostrovní dvoupodlažní chatu postavenou na Šumavě nedaleko přehrady Lipno. Cílem stavebníka bylo postavit plnohodnotný moderní dům, který nebude napojen na žádné sítě. Při myšlence postavit v této lokalitě ostrovní dům, autoři projektu zjistili, že „skutečně komplexní a komfortní řešení energeticky soběstačných budov, od umístění na pozemku a volby materiálů, přes individualizovaný výběr technologií až po jejich vzájemné propojení a uřízení je v ČR dost nedostatkovým zbožím.“ [29] A proto projekt pojali jako výzvu a podnět k vychování nové generace architektů a projektantů, kteří budou umět pracovat s obnovitelnými zdroji. Dva roky před samotnou stavbou byla zřízena testovací laboratoř se všemi zamýšlenými technologiemi, aby se prověřila funkčnost konceptu. Technické provedení je záměrně koncipováno formou stavebnice nezávislé na komponentech konkrétního výrobce. Objekt je vybaven jen minimem prvků chytré domácnosti a opravu by měl zvládnout i „lokální elektrikář“. [30]

Dům má obdélníkový půdorys 100 m^2 v 1NP se nachází kuchyň s obývacím pokojem a technické zázemí. Ve 2NP potom koupelna a 2 ložnice. Obývací prostor je z jedné poloviny prosklený. Okna tvořící v podstatě celé 2 stěny umožňují domu v zimních měsících využívat pasivních solárních zisků, a naopak v létě proti slunci chrání vhodně zvolený přesah střechy. Obvodové zdivo je vyrobeno s keramických cihel vyplněných minerální vatou bez dodatečného zateplení. Okna jsou dřevo-hliníková s izolačním trojsklem. Stropy jsou provedeny systémem miako. Krov je dřevěný bez vaznic. Dominantou celého domu je sedlová střecha se severojižní orientací. Střešní krytinu celé jižní strany tvoří FV panely s instalovaným výkonem 15 kWp.[1] Pod panely je umístěn trapézový plech a na severní straně jakou jako krytina použity keramické tašky. [31]

[1] Pozn.: Hodnoty výkonu FVE a kapacity baterie viz. Obrázek 9 se liší od výše zmíněných hodnot, jelikož obrázek pochází z fáze návrhu.

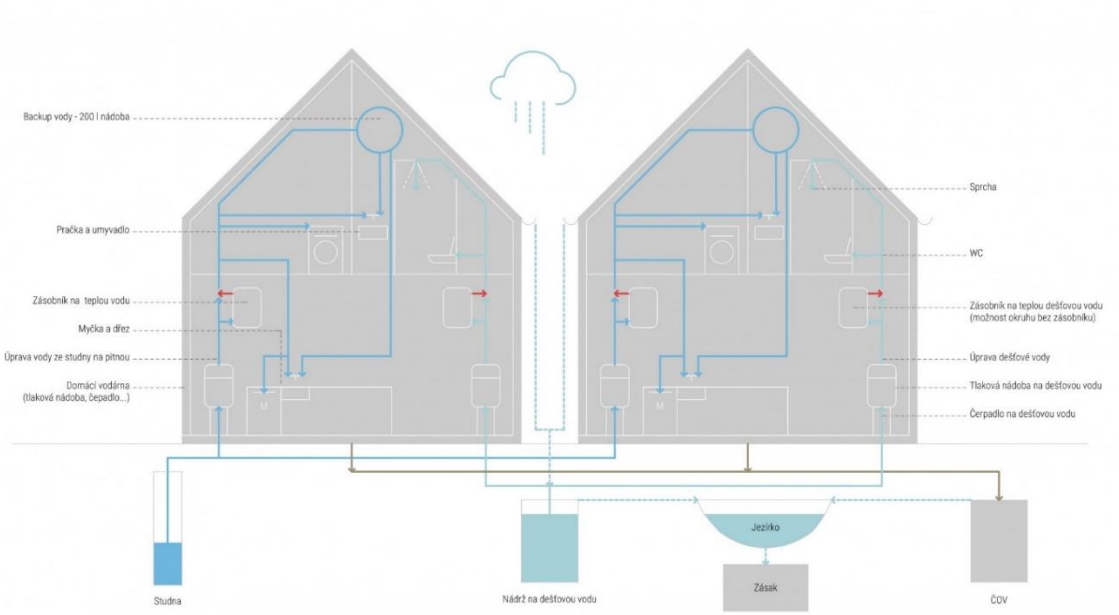
Obrázek 8 Rozvaděč Českého soběstačného domu

Objekt je dále vybaven třemi střídači, bateriovým úložištěm o kapacitě 22 kWh.[1] Na střeše je namontováno 48 monokrystalických panelů s výkonem 330 Wp. Hlavní střídač má 8 kW a je využíván, když je elektřiny dostatek. Záložní střídač disponuje výkonem 4 kW, využívá se, když nejsou ideální podmínky pro výrobu elektřiny. Jejich přepínání je čistě manuální otočným přepínačem. Stále v provozu je záložní střídač o výkonu 1,3 kW, který napájí nejdůležitější technologie a osvětlení. Jako zdroj tepla slouží peletkový kotel o výkonu 9 kW tepelných s 900W stirlingovým motorem. O teplou vodu a vytápění objektu se stará 1000l akumulační nádrž, do které jsou zároveň instalovány 3 topné stejnosměrné patrony o výkonu 2,2 kW každá. Přebytky z FVE se tedy bez potřeby konverze napětí posílají do vody. Otopná soustava je teplovodní podlahová. Celková tepelná ztráta domu je zhruba 6,5 kW, při venkovní výpočtové teplotě -18 °C. [30] [32]



Obrázek 9 Energetické schéma objektu[1]

Systém vodního hospodářství je navržen tak, aby minimalizoval spotřebu pitné vody. Ze střechy je dešťová voda svedena do nádrže o objemu 16 m^3 a v případě přebytů do jezírka. Dešťová voda je využívána na splachování, praní, sprchování a zavlažování. Odpadní voda je čištěna biologickou ČOV a následně vsakována do pozemku. Pitná voda je potom čerpána z vrtu. [30]



Obrázek 10 Vodní hospodářství Českého soběstačného domu

Energetický management domu je zajišťován jednoduchou automatikou postavenou na prioritách pro dobíjení baterie a akumulační nádoby. Elektrický rozvod je realizován jako jednofázový, jelikož 1f střídače mají obecně menší vlastní spotřebu. Při poklesu kapacity baterie pod stanovenou hranici, dojde k odpojení nedůležitých spotřebičů. Prioritu má čerpání vody, oběhová čerpadla, kotel, internet a osvětlení. [33]

Celý koncept je postavený na jednoduchosti a flexibilitě, má nás naučit, jak správně využívat OZE a hospodařit s energií. Dům není záměrně vybaven kompletním smart home systémem a je postaven na zodpovědnosti uživatele. Jelikož se jedná o malý ostrovní dům určený primárně pro rekreaci a jako testovací zázemí, je spíše prospěšné, že dům není takovýmto systémem vybaven. Nicméně svou koncepcí a kombinací použitých technologií se dle mého názoru jedná o poměrně chytrý dům. [30], [33]

Po ročním zkušebním provozu se koncept osvědčil, přebytky v FVE se akumulovaly do teplé vody i v zimě a nouzovou elektrocentrálu bylo potřeba zapnout jen jednou za celou zimu. Ve slunných dnech dokáže dům vyrobit tolik energie, že zvládne nabíjet baterie i elektromobil konstantním výkonem 6 kW, více nabíječka neumožňuje. [33]

1.5.5 Chytrý dům v Omicích u Brna

Rodinný dům využívaný od Vánoc 2020, ve kterém je jediným energo nositelem elektřina. Na rozdíl do předchozího případu se nejedná o ostrovní dům, ale zase je vybaven sofistikovaným sběrnicovým smart home systémem s pokročilým managementem energií. [34]

Obrázek 11 RD Omice

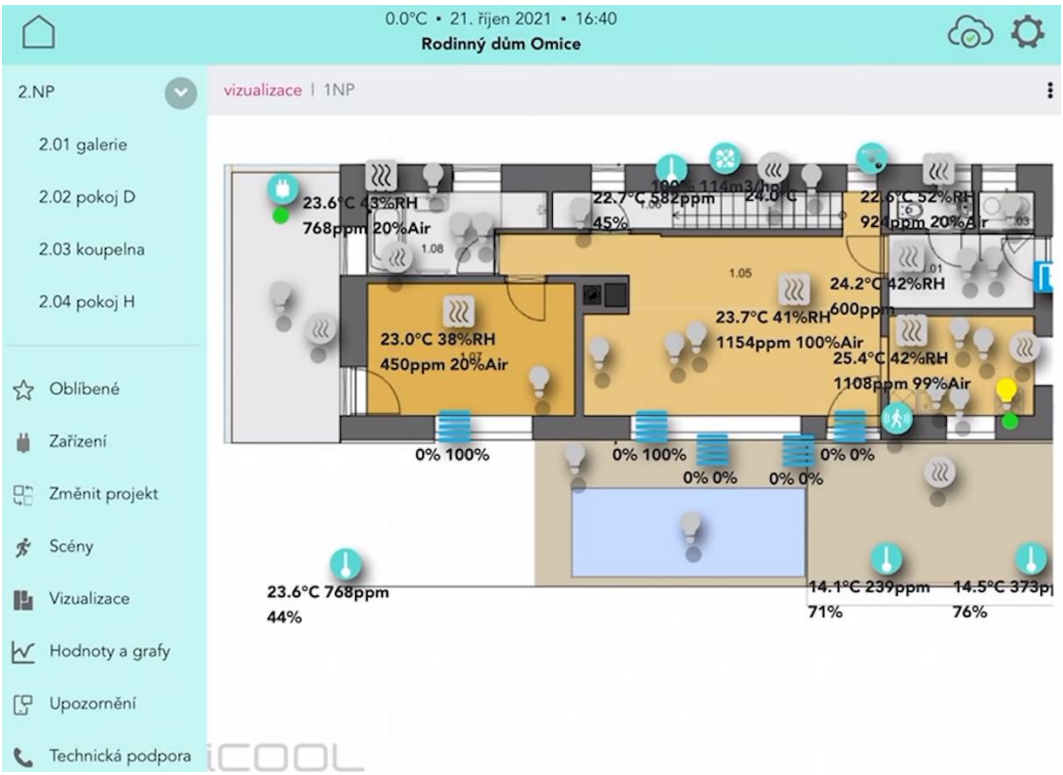
Dům má obdélníkový půdorys 15,5x6 m. Užitná plocha 1NP je 67,8 m^2 + 17 m^2 zastřešené terasy, ve 2NP je užitná plocha 68,6 m^2, celkem 136,4 m^2. Sedlová střecha má sklonem 22,9 ° a je na ní namontována FVE s výkonem 9,7 kWp s orientací východ-západ. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy je 0,17 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Dům je navržen tak, aby splňoval podmínky NZEB. Součástí vybavenosti domu je také venkovní bazén, sauna a vířivka, což jsou energeticky velmi náročné technologie. [35], [36]

Dům vznikl ve spolupráci UCEEB ČVUT a společností Fenix Group, AERS, Wafe, TECO, ICTexpert a S-Power Energies v rámci projektu Centra pokročilých materiálů a efektivních budov CEMEB. Projekt má za cíl vyvinout optimální řízení úsporného domu se zajištěním kvalitního vnitřního prostředí a při nízké spotřebě energie a při nízkých provozních nákladech. Testuje se zde spolupráce střešní FVE, bateriového úložiště a chytré sítě. [34], [35], [36], [37]

Řízení spotřeby a nakupování elektřiny na spotovém trhu je postaveno na predikci výroby FVE, spotřebě domu a vývoje ceny na energetickém trhu. Do smart home systému jsou zahrnuty všechny technologické celky popsané v kapitole 2.2. Vytápění je řešeno pomocí elektrických topných kabelů, fólií a sálavých panelů. Je v něm instalován vzduchotechnický systém se zpětným získáváním tepla a vlhkosti s možností zónového větrání na základě měření koncentrace CO_2 v jednotlivých zónách. V RD je instalováno bateriové úložiště, které by mělo mít schopnost zajišťovat energetickou soběstačnost po dobu až po ¾ roku. Z prvního roku provozu vyplývá, že FVE o instalovaném výkonu 9,7 kWp je pro tento dům nedostačující a je plánováno její rozšíření. Oproti Českému soběstačnému domu je zde el. rozvod řešen třífázově, úložiště a měnič pro FVE je postaveno jako all-in-one zařízení. Je to z toho důvodu, aby se otestovala schopnost takového zařízení a chování recyklovaných baterií z elektromobilů. Všechny dílčí technologie spojuje a o energetický management se stará sběrnicový smart home systém odvozený z průmyslové automatizace. Jeho logika řízení spotřeby energie funguje

například takovým způsobem, že pokud uživatel otevře okno, tak se v dané místnosti vypne topení a větrání. V místnostech se nacházení čidla teploty, vlhkosti, CO_2 a VOC. Na základě hodnot naměřených těmito čidly, systém zajišťuje optimální vnitřní prostředí. Celý dům je potom vizualizován v aplikaci, která uživateli zobrazuje důležité informace a umožňuje mu dům ovládat např. mobilním telefonem. [34], [35], [36], [37]

Osvětlení je řízeno jako pro kognitivní, tedy v závislosti na denní době a aby podporovalo hormonální rovnováhu a biorytmus u člověka, který většinu dne stráví uvnitř. Zároveň je i v celém domě automaticky řízeno stínění na základě teploty a osvětlenosti. [36]



Obrázek 12 Uživatelské rozhraní iCOOL4 pro RD Omice [36]

Systém umí komunikovat se dvěma nabíjecími stanicemi pro elektromobily a v případě příliš velkého odběru energie dokáže omezovat spouštění některých zařízení nebo jejich výkon, aby nedošlo k přetížení domovního rozvodu nebo překročení proudu pro vybavení hlavního jističe. [36]

Technologická vybavenost tohoto domu tvoří okolo 15 % z celkových nákladů na realizaci. Testování souhry bateriového úložiště s FVE a řízením nákupů elektřiny na spotovém trhu dokazuje, že se zavedením smart gridu má velký význam instalace baterií i pro domy bez vlastní FVE. Výhodným nákupem ve vhodnou dobu, uložením a následnou spotřebou elektřiny později, došlo k více než 80% ekonomické úspoře za kWh oproti fixnímu tarifu. [34], [36]

Tento projekt dokazuje, že propojením technologií pomocí sofistikovaného smart home systému lze vytvořit nadstandardní kvalitu vnitřního prostředí a omezit závislost na distribuční síti. Také to může přinést významnou ekonomickou úsporu. V tomto případě se jedná o opravdový chytrý dům.

2 Cesta k chytrému domu

Smart home technologie se dají aplikovat na jakýkoliv dům, ale abychom vytvořili opravdu funkční chytrý dům, který nám zvyšuje komfort života a zároveň umožnuje efektivní hospodaření s energiemi, které dokonce předčí dnešní stanovené pasivní standardy, je důležité začít už při samotném urbanistickém, architektonickém a tepelně technickém řešení.

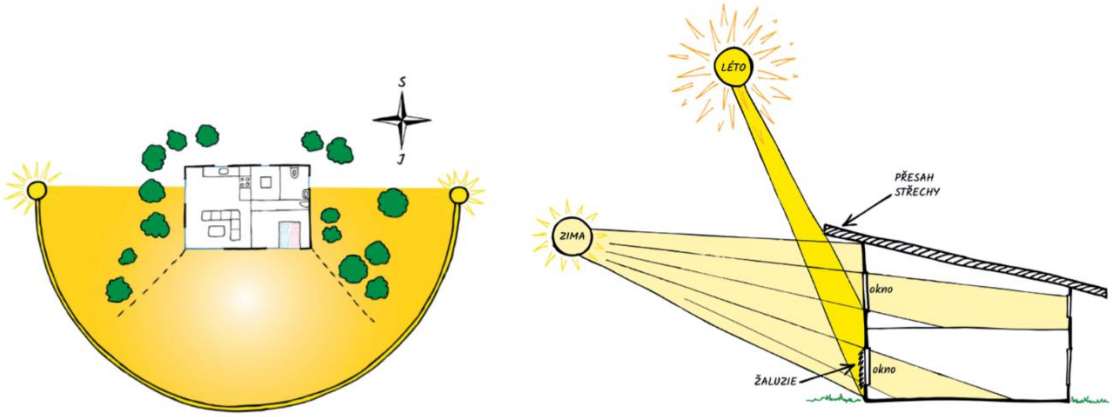
Jelikož je toto téma extrémně obsáhlé a dalece převyšuje rozsah jedné diplomové práce, budu se nadále zabývat primárně novostavbami rodinných domů v České republice, zohledňující pravidla současné evropské legislativy jako je směrnice 2018/844/EU, kterou členské státy implementovali do své vlastní legislativy, jako například Česká republika v podobě vyhlášky č. 264/2020 sb., Vyhláška o energetické náročnosti budov. Dále se občanská výstavba musí řídit dle stavebního zákona a platných harmonizovaných norem.

Od roku 2020 je možné stavět pouze budovy s nízkou energetickou náročností a minimalizací potřeby neobnovitelné primární energie, čehož bude dosaženo právě kombinací energeticky úsporného stavebního řešení, účinných technických systémů a využití obnovitelných zdrojů v maximální možné míře. [38]

2.1 Urbanistické, architektonické a tepelně-technické řešení

Nové rodinné domy se dnes staví převážně na okrajích měst a vesnic. Vytvářejí se nové ulice, někdy dokonce nové čtvrti. To determinuje velkou závislost domácností na automobilové dopravě, což souvisí s horkým tématem posledních let, elektromobilitou. Tou se v rámci smart house konceptu budu zabývat v pozdější části 2.2.14. Elektromobilita

Stavba rodinného domu na „zelené louce“ nám však dává ideální možnosti pro zvolení orientace novostavby vůči světovým stranám. Tím, že se nacházíme v mírném klimatickém pásu severní polokoule, v okolí 50. rovnoběžky, kdy se výška slunce nad obzorem (v poledne) průběhu roku pohybuje od 16,5° do 63,5°. Je vhodné dům orientovat na jih takovým způsobem, že v zimě bude sluneční záření prostupovat zasklením a přinášet domu pasivní tepelné zisky. Zároveň je třeba zabránit přehřívání, tudíž omezit pasivní zisky v létě, ideálně zastíněním vhodně koncipovanou střechou, terasou, markýzou apod.



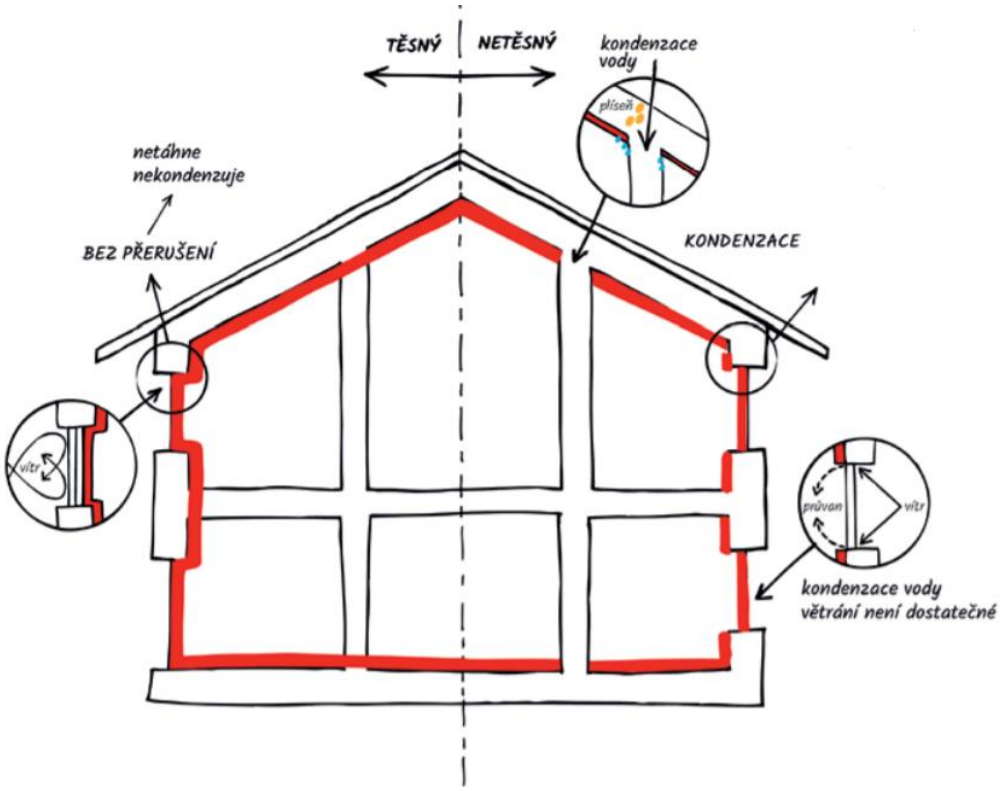
Obrázek 13 Orientace domu a proslunění

Z hlediska tvaru, je optimální volit kvádr, delší stranou obrácenou na jih, s jednoduchou střechou, bez vikýřů a věžiček. Takové řešení umožňuje ideální umístění pobytových místností s větší potřebou oken směrem na jih. Na sever jsou orientovány pomocné prostory jako chodba,

schodiště, hygienické zázemí nebo technická místnost, vše s malými nároky na přirozené osvětlení. Solární zisky přitom umožňují krýt 30–50 % celoročních tepelných ztrát domu. [39]

Výplně stavebních otvorů, jako okna a dveře hrají důležitou roli. Zabezpečují dostatek tepelných zisků ze slunečního záření a dostatečnou prosvětlenost místností denním světlem. Jsou však nejslabším místem obvodového pláště budovy, kudy uniká nejvíce tepla. Tudíž je potřeba na jejich výběr brát zřetel a zaměřit se na trojité izolační zasklení s výplní inertním plynem a kvalitním izolačním rámem, které dosahují hodnoty součinitele prostupu tepla U_W okolo 0,7 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. [39], [40]

Kvalitní a těsná okna také souvisí se vzduchotěsností. Pro zdravé vnitřní klima je podstatná výměna vzduchu a odvedení vlhkosti řízeným větráním, ne netěsnostmi v plášti budovy nebo mikroventilací oken. Kolem celého vytápěného prostoru je potřeba vytvořit spojitou vzduchotěsnou obálku. Tím se zabrání nejen únikům tepla, ale také bude zajištěn správný chod větracího systému, kterým se budu zabývat později. Veškeré napojení konstrukcí a stavební otvory musí být utěsněny speciálními páskami a tmely. Kromě tepelných ztrát tato vrstva chrání konstrukci před vlhkostí, která se šíří přes netěsnosti a může způsobit růst plísní. [39], [40]

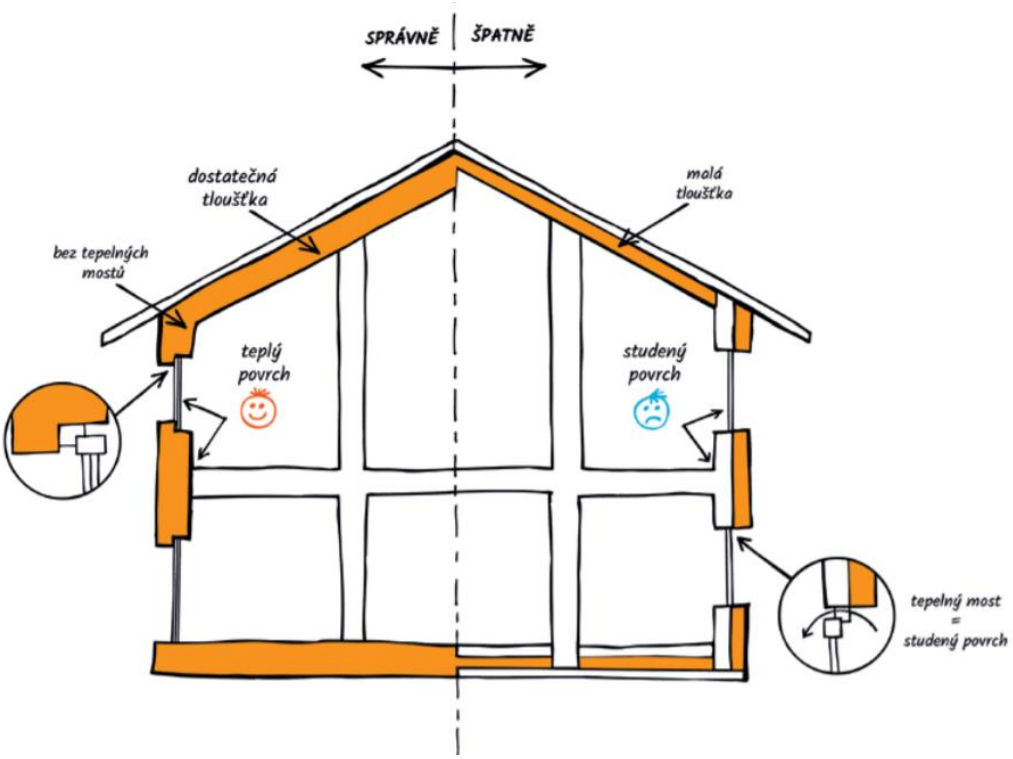


Obrázek 14 Vzduchotěsná obálka vytápěného prostoru

Již při architektonickém návrhu je důležité eliminovat problematické detaily a vyřešit utěsnění a napojení vzduchotěsné vrstvy na ostatní konstrukce. Je potřeba s profesemi koordinovat, minimalizovat prostupy vzduchotěsnou vrstvou a její umístění ve skladně konstrukce obálky budovy.

Co se týče konstrukce novostavby rodinného domu, tak až tolik nezáleží na použitém materiálu nosné konstrukce či tepelné izolace, jako na splnění požadovaných kritérií na přestup tepla, tedy tloušťku a kvalitu izolačního materiálu a vhodnosti pro dané použití. Nabízených řešení je nespočet od keramických tvárnic, na které je z vnější strany ukotvena vrstva fasádního EPS,

přes tvárnice vyplněné izolačním materiálem, po prefabrikované dřené CLT panely s tepelnou izolací z minerální vaty.



Obrázek 15 Izolace vnější obálky domu

Z těchto skutečností vyplývá, že je potřeba, aby již od fáze prvotního návrhu, na projektu spolupracoval celý projekční tým, včetně profesí, a aby jednotlivé fáze stavby na sebe navazovaly. Architektura musí být v souladu se statikou a konstrukčním řešením. Vnitřní dispozice musí brát v potaz vzduchotechnické, elektrické a zdravotechnické rozvody. Orientace budovy a tvar střechy musí respektovat instalaci fotovoltaického nebo fototermického systému. [39], [40]

2.2 Technologie a jejich integrace

Problémy dnešní občanské výstavby jsou provázány s implementací velkého množství technologií, které samy o sobě fungují velmi dobře a plní svou funkci, ale již nejsou provázány mezi sebou. Často jsou instalovány jen dílčí technologie, hlavně kvůli poměrně vysokým investičním nákladům na jejich pořízení. Tímto je však promrhán obrovský potenciál pro šetření energiemi a zvýšení uživatelské přívětivosti a komfortu bydlení. Proto se v této kapitole budu věnovat jednotlivým technologiím a technologickým celkům používaným v moderních rodinných domech a jejich integraci do jednoho provázaného komplexu tvořícímu smart home. Díky zavedení systému chytré domácnosti spolu dokážeme provázat zdánlivě nesouvisející systémy jako například vzduchotechniku se zabezpečovacím systémem. Popis a možnosti provázání jednotlivých technologických celků budou rozebrány v následujících podkapitolách.

2.2.1 Větrání

Způsobů provedení větracích systémů pro budovy je mnoho. Dáno tepelně technickými požadavky a požadavky na potřebu neobnovitelné primární energie za rok pro rodinné domy (vychází z PENB). Přichází v úvahu dva způsoby realizace větrání v RD, a to větrání přirozené a nucené se zpětným získáváním tepla.

Přirozené větrání

Přirozené větrání je realizováno otevíravými okny a dveřmi. Mělo by se provádět tzv. křížové větrání. Je však energeticky neúsporné, musí být prováděno ručně, nebo elektricky poháněnými okny a není tak efektivní jako nucené větrání. Větrací efekt přirozeného větrání je ovlivněn primárně rozdílem vnitřní a venkovní teploty a směrem a rychlostí větru. Může se tedy zejména v přechodném období jaro/podzim stát, že t_i a t_o budou stejné, rychlost větru bube marginální, tudíž přirozený systém větrání bude neúčinný. V zimě tímto způsobem běžně přivádíme do budovy vzduch o teplotě -10-4 °C, což při dosažení dostatečného objemu větracího vzduchu sebou nese značné tepelné ztráty, které musí pokrývat otopná soustava. Naopak v letě přirozený způsob větrání může způsobovat nežádoucí tepelné zisky, které musí kompenzovat chladící systém, což zvyšuje celkovou energetickou náročnost objektu.

Obrázek 16 Eklekticky ovládané okno pomocí smart home systému

V rámci integrace do konceptu chytrého domu lze realizovat přirozené větrání okny s eklektickým otevíráním, které lze ovládat přes smart house systém na základě přítomnosti osob v místnosti, koncentrace CO_2 a VOC nebo pro zajištění hygienického minima intenzity výměny vzduchu, samozřejmě je zachována možnost ručního ovládání tlačítky a ovladači viz. Obrázek 16. Tímto způsobem lze zajistit přísun čerstvého vzduchu a omezit tepelné ztráty/zisky přirozeným větráním, tento způsob, stejně jako větrání přirozenou infiltrací, však z dnešního pohledu není vhodný.

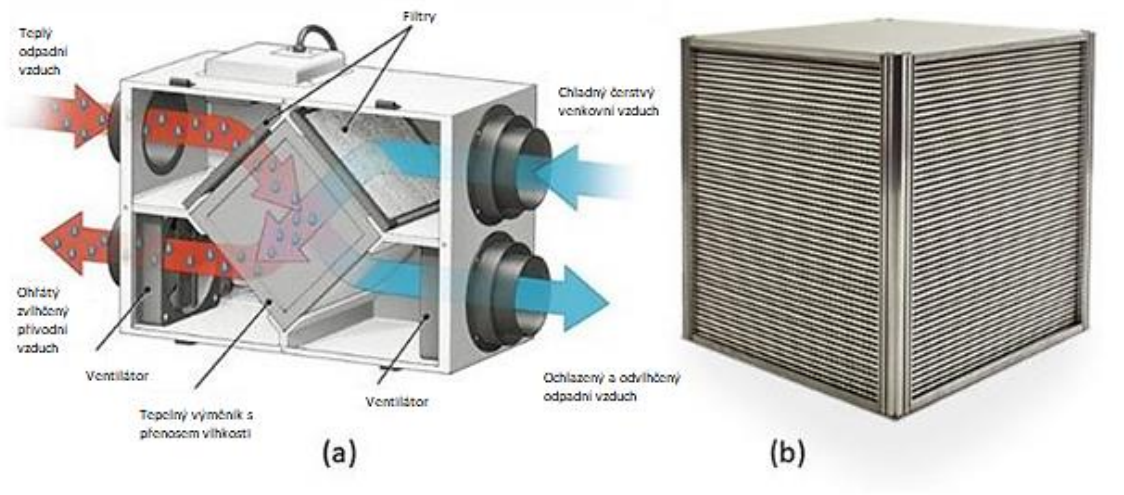
Nucené větrání se zpětným získáváním tepla

V rodinných domech s velmi nízkou potřebou energie na vytápění tvoří tepelná ztráta větráním většinovou část z celkové tepelné ztráty objektu. Tyto domy se také vyznačují velmi těsnou obálkou, a proto je více než vhodné instalovat systém nuceného větrání se ZZT.

Vzduchotechnická jednotka tak tvoří plíce celého domu. Do obytných místností je potřeba umístit přívody vzduchu, do koupelen, WC, technické místnosti zase odtahy a do kuchyně obvykle přívody i odvody vzduchu. Požadavky na intenzitu větrání a parametry vzduchu udává norma ČSN EN 15665/Z1, kdy minimální hodnota intenzity větrání stanovuje na 0,1 h^{-1}, pro situace, kdy je budova nepoužívaná, například během dovolené nebo víkendu. Běžná intenzita výměny vzduchu je potom 0,3-0,7 h^{-1}. Dále je třeba větrací jednotku dimenzovat na nárazové větrání například u hygienických zařízení nebo při zvýšené fyzické aktivitě osob. Z hlediska energetické úspory je potřeba volit takovou jednotku, aby umožňovala elektronickou regulaci výkonu ventilátoru a byla schopna větrat zónově. Nejlépe pro každou zónu s vlastním variabilním ventilátorem nebo alespoň s elektronicky nastavitelnými regulačními klapkami.

Dalším důležitým aspektem řízeného větrání je udržování vnitřní relativní vlhkosti vzduchu v rozmezí od 40 do 60 %, které je zajišťováno difuzními membránami, tzv. entalpickými

výměníky, které jsou součástí jednotek se ZZT. Mluvíme už potom o vzduchotechnické jednotce se zpětným získáváním energie ZZE. Ve světové literatuře je zavedený výraz ERV neboli energy recovery ventilation. Obrázek 17 znázorňuje obecný princip konstrukce a funkce tohoto zařízení.



Obrázek 17 Obecná konstrukce ERV jednotky (a) s rekuperačním výměníkem opatřeným difuzní membránou (b), upraveno

V rámci chytrého domu je vhodné minimálně do obytných místností umístit senzory CO_2, VOC, teploty a vlhkosti, které napomáhají efektivnímu a ekonomickému řízení vzduchotechnického systému v RD. Většina těchto jednotek umožňuje připojení omezeného množství těchto senzorů, které je však pro většinu rodinných domů naprosto dostačující a řídicí systémy těchto zařízení jsou již natolik sofistikované, že dokáží, na základě zaznamenání zvyšující se hodnoty koncentrace CO_2 v místnosti, upravit množství větracího vzduchu tak, aby předcházely překročení maximálního limitu jeho koncentrace. V současné době je v tomto ohledu na našem trhu asi nejvyspělejší výrobek Jablotron Futura [41] s možností zónového větrání, připojení kuchyňské digestoře a malého tepelného čerpadla typu vzduch-vzduch pro dodatečné chlazení nebo vytápění.

Obrázek 18 ERV jednotka Jablotron Futura

Tyto jednotky však nepoznají, že například v letním nebo přechodném období obyvatelé RD otevírají na dlouhou dobu okna. Naruší tak rovnováhu vzduchotechnického systému a jednotka pak nedokáže pracovat efektivně. Řešení nabízí provázanost s chytrým domem. Pokud jsou otevíravá okna a dveře osazeny magnetickými kontakty, může se celý systém nastavit tak, aby se při otevření okna zastavilo v dané zóně větrání a vytápění, či chlazení. Tímto způsobem lze dosáhnout vyšších energetických úspor a zároveň má uživatel lepší přehled o energetické náročnosti jeho RD a může si snadno ohlídat, zda někdo nezapomněl zavřít okno, což zvyšuje i celkové zabezpečení chytrého domu, které bude rozebráno později.

Smart house systém by navíc mohl vzduchotechnické jednotce sdělovat, kde se zrovna kdo nachází a jakou aktivitu provádí, tím by se ještě zdokonalila schopnost regulace celého systému, který by nespoléhal jen na monitorování hladiny koncentrace CO_2 v dané zóně.

Pokud je VZT jednotka se ZZT vybavena modulem pro dohřívání/dochlazování přívodního čerstvého vzduchu, může být provázána s automatickým stínícím systémem a vzájemným doplňováním funkcí těchto dvou technologií lze opět dosáhnout energetické úspory. Tato možnost bude rozebrána v následující podkapitole.

2.2.2 Stínění

Možnosti stínění lze rozdělit na pasivní a aktivní. Pasivní stínění souvisí, s architektonickým řešením a je spojeno s omezováním tepelných zisků v letních měsících, jak názorně zobrazuje Obrázek 13 v kapitole 2.1 nebo Obrázek 19 níže.

Obrázek 19 Pasivní stínící prvky

Právě z energetického hlediska, by měl správný chytrý dům těžit primárně z řešení stálých, spjatých s okolím a svou schopností adaptovat se na změny a sofistikovanou automatizací, zajistit co největší komfort bydlení s minimálním využitím energie. Jedním z takových řešení je právě realizace pevných stínících prvků, které omezuji pasivní solární zisky způsobené pronikáním přímého slunečního záření skrz prosklené plochy dovnitř RD.

Další možností, která by měla následovat až po aplikaci pasivního stínění, je použití aktivních stínících prvkům, které jsou umísťovány z vnějšku nebo vnitřku budovy. Jedná se o žaluzie, rolety a vytahovací markýzy, které jsou rozebrány v dalších odstavcích.

Markýzy jsou prvky umísťované nad terasami, okny a dveřmi, slouží k dočasnému zastřešení nebo zakrytí vymezeného prostoru, na kterém zabraňují pronikání přímého slunečního záření. Co se týče energetického managementu dané budovy, tak primárně brání přehřívání způsobeném pasivními solárními zisky.

Obrázek 20 Vytažená markýza a zatažená okenní roleta na terase

Venkovní žaluzie a rolety místěné v boxech nad okny, zabraňují průniku přímého i nepřímého světla do místnosti a velice efektivně zabraňují pasivním solárním ziskům, jelikož jsou sluneční paprsky zablokovány ještě před prostupem okny.

Obrázek 21 Vnější žaluzie stažené ve vodorovné poloze

Vnitřní elektronicky řízené stínící prvky, jako závěsy, rolety a žaluzie slouží primárně k blokování světla pronikajícího z exteriéru nebo zlepšení akustických podmínek, například pro domácí kino. Nedokážou už tak dobře omezovat pasivní solární zisky, jelikož jsou umístěny v interiéru.

Obrázek 22 Vnitřní závěs ovládaný pomocí aplikace

Pohyblivé aktivní stínící prvky jsou ovládány speciálními tzv. žaluziovými motory. Tyto motory jsou ve většině případů napájeny jednofázově ze sítě AC/230V/50Hz a ovládány elektronicky třemi způsoby:

- Bezdrátově ovladači
- Tlačítky (aktory) umístněnými v místnostech
- Aktory umístněnými v rozvaděči

Stínící technika byla jedním z prvním technologických celků plně integrovaných do systému chytré domácnosti. Nahrálo tomu bezdrátové ovládání, od kterého jsme se dostali k ovládání pomocí mobilní aplikace nebo hlasového asistenta. Navíc se jedná o velice jednoduchý systém, kde si vystačíme se základními povely stylu nahoru/dolu. Pořád je to však jen ovládání na základně činů uživatele, který má v tomto systému roli regulátoru. Pokud se však bavíme o řízení stínění v rámci domovní automatizace, tedy energetického managementu RD, je zapotřebí tyto prvky ovládat na základně sledovaných hodnot osvětlenosti, teploty, větru a předpovědi počasí.

Jelikož je aktivních stínících prvků využíváno pro řízení tepelných solárních tepelných zisků, nabízí se provázání tohoto technologického celku se systémem VZT se ZZT s přídavnou chladícím/topnou jednotkou. V případě příznivých podmínek v zimě, může smart house dát přednost vhodnému natočení žaluziových lamel, před přitápěním VZT jednotkou. K ohřátí místnosti na komfortní teplotu se tak využije sluneční záření a ušetří se tak elektrická energie, která by jinak byla využita k dohřátí přívodního vzduchu. Stejný princip by šel aplikovat například pro elektrickou nebo teplovodní otopnou soustavu. Naopak v létě zatažená roleta, či vysunutá markýza viz. Obrázek 20 na osluněné straně fasády redukuje solární zisky a opět díky toho, VZT jednotka nemusí spotřebovávat elektrickou energii navíc na dochlazování přívodního vzduchu.

Význam osazení oken a dveří magnetickými kontakty byl již vysvětlen v předchozí části. Jejich využití má přesah i zde, kdy je na základě otevřeného stavu okna, či HS portálu blokováno stahování žaluzie. Pokud by tuto informaci řídicí systém neměl, mohl by automaticky začít zatahovat žaluzii nebo roletu a mohlo by dojít k jejímu poškození nebo zablokování přístupu do domu.

Na základě sledování meteorologických dat umí systém ochránit venkovní žaluzie před větrem, ledem, či kroupami.

Speciálním případem stínícího prvku je tzv. elektrochromické sklo, které může být součástí výplně oken. Lze jej elektronicky ztmavovat a tím v několika stupních řídit světlenou propustnost. V současné době je tato technologie využívána spíše v high-end administrativních budovách, avšak nachází své místo i občasné zástavbě, například na fotce z instalace v Norsku (Obrázek 23).

Obrázek 23 Okna s elektrochromickým sklem SageGlass

Elektrochromické sklo je řízeno vlastní ovládací jednotkou, která přijímá signál z tlačítek, bezdrátově z mobilní aplikace, nebo může být napojena nadřazené smart home systémy. Každá skleněná plocha se umí nezávisle ztmavovat ve čtyřech stupních. Výrobce [42] tvrdí, že okno s elektrochromickým sklem dokáže zablokovat až 99 % slunečního světla a 91 % tepelné sluneční radiace prostupující oknem do místnosti.

2.2.3 Vytápění

Volba způsobu vytápění je asi nejkomplikovanějším úkolem při stavbě nového domu, protože možností je mnoho, ať už ve volbě zdroje tepla od spalování biomasy, přes tepelná čerpadla, po elektrický proud procházející odporovým vodičem, tak v provedení otopné soustavy pomocí deskových otopných těles, teplovodní podlahové soustavy, sálavých panelů, teplovzdušných konvektorů nebo topných kabelů a fólií. Při dnešním pasivním standardu pro rodinné domy by se mělo co nejvíce využívat pasivních zisků pomocí vhodného architektonického řešení, jako je orientace a velikost oken, použití materiálů s velkou schopností akumulace apod.

Co se týče primárních energo nositelů, tak v úvahu přichází elektřina a biomasa. Vzhledem k vývoji politické a ekonomické situace v Evropě a se v této práci nebudu zabývat využívání zemního plynu pro potřeby vytápění a vaření v domácnostech.

V posledních letech již bylo možné sledovat potupný trend upouštění od využívání zemního plynu v domácnostech, který byl primárně zapříčiněn rozmachem, podporou a dostupností fotovoltaiky a tepelných čerpadel. Pravděpodobně se tímto směrem bude i nadále, a ještě intenzivněji, vyvíjet energetický trh.

V rámci integrace systému vytápění do chytré domácnosti je vhodná provázanost jednotlivých technologických celků, jak již bylo zmíněno u větracího a stínícího systému. Na základě komunikace a sledování stavů ostatních technologií a měření poruchových veličin, lze dosáhnout energetických úspor. Například chytrý dům muže upřednostnit vytažení žaluzií, a využít tak sluneční paprsky k ohřátí místnosti, před otevřením topného okruhu na termoregulačním rozdělovači pro podlahovou teplovodní soustavu. Nebo v pokoji vypne podlahovou topnou rohož a přívod vzduchu ze VZT jednotky, když uživatel otevře okno. Prvky zabezpečovacího systému jsou provázány s větráním a vytápěním.

V obecné rovině je k vytápění novostavby chytrého domu vhodné přistupovat v rámci regulace otopné soustavy pro každou místnost nebo skupinu místností zvlášť. V domech blížícím se nebo dosahujícím pasivního standardu se osvědčují eklektické přímotopné systémy založené

na technologii topných kabelů, fólií nebo sálavé panely. Mají v podstatě okamžitý náběh a útlum, tím pádem dokáží ideálně spolupracovat se smart house systémem. Takto postavená otopná soustava dokáže předávat teplo okamžitě v případě potřeby. Díky minimální setrvačnosti systému nedochází k přetápění místností, které by se muselo vyřešit například nadměrným vyvětráním a tím pádem by docházelo ke zvýšení energetických ztrát a snížení komfortu.

Při zvolení teplovodní otopné soustavy je vhodné počítat s poměrně objemnou akumulační nádobou, kde je možno akumulovat jinak nevyužitelné přebytky z domácí fotovoltaiky, nahřívat vodu fototermickým systém, tepelným čerpadlem, jen v době nízké ceny elektřiny, a krbovými kamny, když si obyvatelé RD chtějí užít romantický večer. Správnou teplotu topné vody a jí přivedení do místností, kde vznikla potřeba tepla, potom zařídí rozvody řízené systémem chytrého domu.

V případě teplovzdušného vytápění je opět výhodné dát přednost jednotce s tepelným čerpadlem (např. vzduch-vzduch), jejíž provoz je ekonomicky výhodnější než klasický odporový ohřev.

Volba zdroje tepla a tím pádem i otopné soustavy je dnes poměrně značně limitována českou legislativou v podobě vyhlášky 264/2020 Sb., která klade vysoké požadavky na dodávku energie s obnovitelných zdrojů energie. Obecně platí, že elektrické přímotopné systémy je potřeba kompenzovat instalací FVE a bateriovým úložištěm, tepelné čerpadlo je častokrát potřeba také doplnit FT nebo FV panely. V tomto ohledu potom závisí z velké části na preferencích uživatele a chotě se topnému systému věnovat. Kde krbová kamna představují největší časový závazek a elektrický přímotopný systém ten nejmenší. Dále je volba také závislá na klimatických podmínkách a finančních prostředcích uživatele.

Obrázek 25 Smart termostat Siemens

Obrázek 24 Rozdělovač podlahového vytápění s hlavicemi Loxone Tree

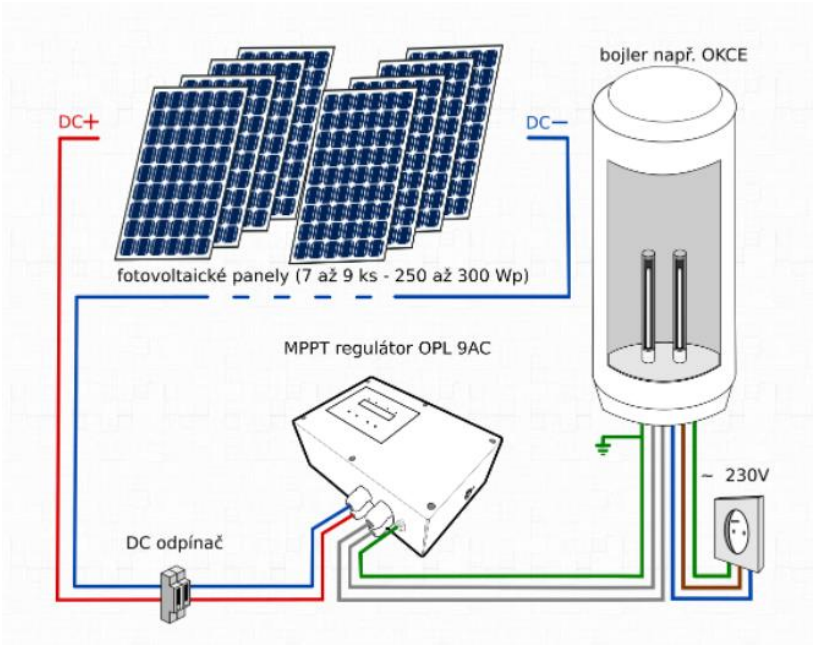
Pro efektní automatizaci vytápění v chytrém RD je potřeba do místností instalovat senzory teploty, či termostaty s možností komunikace. Topné rohože, fólie, kabely a sálavé panely spínat a regulovat jejich výkon pomocí smart house systému a termostatické ventily a rozdělovače opatřit elektromechanickými hlavicemi.

2.2.4 Příprava TUV

Příprava teplé vody může být buď spojena se systémem teplovodního vytápění, kde se využívá velká akumulační nádoba spojující jeden a více zdrojů tepla použitých pro konkrétní chytrý dům. V případě elektrického sálavého nebo teplovzdušného vytápění, kdy se nerealizují rozvody otopné vody se může využít elektrického bojleru s topnou patronou nebo tepelného čerpadla pro přípravu TUV.

Elektrický bojler je založen, na principu odporového ohřevu, kde při potřebě teplé vody protéká topnou spirálou elektrický proud, který způsobuje její ohřev. Tento typ bojlerů je nejčastěji

osazen jedno nebo tří fázovou topnou patronou a nastavitelným termostatem. Pokud v zásobníku klesne odběrem teplé vody její teplota, tak bojler sepne topnou spirálu a nahřeje celý zásobník na požadovanou teplotu. Principiálně se jedná o regulaci stylu zap/vyp (1/0). Na druhé straně se na trhu objevují bojlery, které mají v sobě pokročilejší řídicí systém, který umožnuje regulaci okamžitého výkonu topného tělesa, prediktivní nahřívání TUV a komunikaci se smart house systémem.



Obrázek 26 Příklad kombinace bojleru s FVE

Obě tyto varianty jsou vhodné pro použití v chytré domácnosti. První „hloupý“ bojler lze spínat pomocí smart house sytému prvky umístěnými v rozvaděči, kde bojler můžeme systém automaticky vypnout, pokud, například přes víkend, není nikdo doma, nebo se může TUV nahřívat pouze elektřinou z domácí FVE (Obrázek 26). U druhého „chytrého“ typu bojleru je potřeba, aby umožňoval drátovou nebo bezdrátovou komunikaci pomocí standardizovaného protokolu, jako je např. Modbus RUT, TCP/IP, Zigbee apod. Naopak z hlediska požadavků NZEB II není použití klasického bojleru moc vhodné, pokud není počítáno s poměrně velkou domácí FVE, dům s takovou technologií by nesplňoval požadavky na celkové množství dodané energie z neobnovitelných zdrojů a ani FVE o velikosti 10 kWp by nemusel stačit.

Obrázek 27 Kombinovaný bojler s TČ pro přípravu TUV

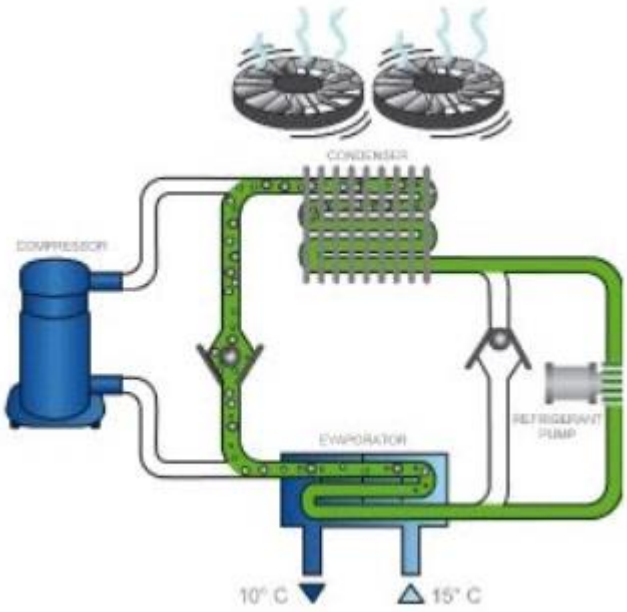
Tepelné čerpadlo pro přípravu TUV je typ TČ vzduch-voda, které slouží čistě pro přípravu teplé vody a tvoří jeden celek se zásobníkem teplé vody. Ten je obecně větší než zásobník u klasického bojleru, jelikož TČ nahřívá vodu na nižší teploty než topná patrona bojleru. Tato TČ mají obecně 2 způsoby, jak získávat teplo z okolního vzduchu. Získává teplo z vnitřního vzduchu, například technické místnosti nebo sklepa a zužitkovává tak odpadní teplo vyprodukované ostatními technologiemi, nebo teplo získává z venkovního vzduchu, jako klasické TČ vzduch-voda určené pro vytápění. Volba typu tohoto TČ závisí primárně na energetických ztrátách domu, ostatních použitých technologiích a dispozici objektu. Z hlediska omezení celkového množství dodané energie z neobnovitelných zdrojů pro daný RD je instalace tohoto zařízení velmi výhodná. Navíc lze často tato TČ kombinovat s fototermickým systémem, teplovodním výměníkem krbové vložky nebo FVE a jsou osazena topnou patronou pro případ, kdyby tepelné čerpadlo nezvládalo splnit požadavek na teplou vodu. Ovládání pomocí aplikace a vlastní řídicí systém jsou u takovýchto zařízení samozřejmostí. Umožňují tedy drátovou/bezdrátovou komunikaci s jiným systémem a často jsou „Smart grid ready“. Tvoří tak vhodnou technologii pro integraci do smart house konceptu.

Rozvody teplé vody opatřené cirkulačními čerpadly lze řídit tak, že se čerpadla sepnou jen tehdy, pokud systém zaznamená přítomnost osob v okolí kohoutku. Tímto lze omezit poměrně významné energetické ztráty. [43]

2.2.5 Chlazení

Dnešní novostavby, vzhledem ke složení konstrukce, zejména novostavby, a stále častějším vlnám horka v letních obdobích, jsou náchylnější k přehřívání, a proto se začíná řešit i chlazení v rodinných domech, které v Česku bylo časté spíše jen u administrativních a průmyslových budov. Obecně se snažíme vyhnout požívání chladících zařízení v rodinných domech a nadměrným tepelným ziskům předejít stínícími prvky a architektonickým řešením stavby. Na druhou stranu, pokud vezmeme v úvahu instalaci FVE, která má největší výrobu v slunných letních dnech, kdy jsou zároveň domy zatíženy největšími tepelnými zisky, tak chladící jednotka, která sice má poměrně velký odběr, může být v rámci energetického managementu chytrého domu napájena čistě z elektřiny vyrobené z OZE.

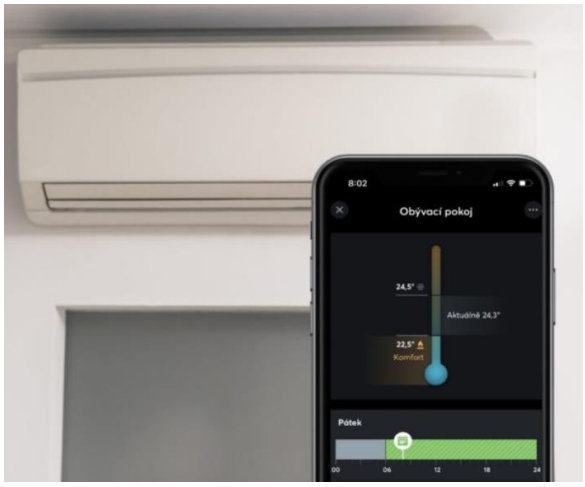
Jestliže je dům vytápěn tepelným čerpadlem, tak je příhodné volit takové tepelné čerpadlo, které dokáže obrátit svůj chod a místo nízkoteplotního vytápění přejít na vysokoteplotní chlazení. To znamená, že otopná voda v podlahové, stropní nebo stěnové soustavě má o pár kelvinů nižší teplotu, než je teplota vzduchu v místnostech. Otopná voda tedy odvádí nadbytečné teplo díky tepelnému čerpadlu z budovy pryč do okolí. V případě použití tepelného čerpadla země-voda lze využít jevu tzv. free cooling, při kterém se využívá trvale nižší teplota zemního vrtu nebo kolektoru. V této situaci jsou zapnuta jen oběhová čerpadla a kompresor zůstává vypnutý viz. Obrázek 28.



Obrázek 28 Přímý free cooling chladivem

Z hlediska řízení teploty, je nutné hlídat, aby teplota vody potažmo povrchu konstrukce nepřekročila hranici rosného bodu a nedocházelo tak je kondenzaci vodní páry obsažené ve vzduchu na chladných površích.

K centrální VZT jednotce lze přidat chladící zařízení (např. tepelné čerpadlo vzduch-vzduch viz. Obrázek 18 v oddílu Nucené větrání se zpětným získáváním tepla), kde se přes výparník pomocí chladivového okruhu odvádí přebytečné teplo z přívodního větracího vzduchu ven. Tímto způsobem však nejde odvádět příliš velká tepelná zátěž. Tento systém má velkou výhodu v tom, že je přímo spjat se VZT jednotkou se ZZT. Nemusí se tedy do domu instalovat další zařízení s rozvody chladiva k vnitřním klimatizačním jednotkám. Navíc mají dnes VZT jednotky velmi dobře vyřešenu komunikaci se smart home systémy.



Obrázek 29 Ovládání klimatizace systémem Loxone

Další, dosud nejběžnější způsob chlazení lze realizovat decentrálně pomocí multi-splitového systému, kde je chladivo dovedeno do jednotlivých výparníků umístěných ve vybraných místnostech. Kondenzátor je potom umístěn vně budovy stejně jako u centrálního řešení. Multi-splitovým systémem lze odvádět mnohem větší tepelnou zátěž, je energeticky náročný a nelze jím větrat. Zároveň tyto systémy jsou většinou obtížně integrovatelné do chytré domácnosti.

Integrace do chytré domácnosti bývá realizována přes přídavné komunikační moduly jako je například Modbus RTU převodník.

Provázanost s ostatními technologiemi v rámci inteligentního domu je v podstatě stejná jako u vytápění a větrání.

2.2.6 Systém hospodaření s dešťovou vodou a zavlažování

Standardní zavlažovací systém, který pracuje jen na základně přednastaveného časového harmonogramu se nedokáže vypořádat se stále se prohlubujícími výkyvy počasí. Připojení zavlažovacího systému do celého smart house konceptu přináší zefektivnění závlahy a úsporu vody, na základě vyhodnocování meteorologických dat, vlhkosti půdy apod. Systém lze nastavit tak, aby se nespouštěl, když je někdo na zahradě, nebo aby nerušil při zahradní oslavě.

Obrázek 31 Retenční nádrž s chytrým dopouštěním

Obrázek 30 Automatika zavlažovacího systému

Smarthouse systém dokáže na základě stavu hladiny v retenční nádrži a předpovědi počasí efektivně řídit její využitelný objem a zamezit tak například zbytečnému dopouštění vody z vodovodního řadu. Pokud má retenční nádrž, či závlahový systém vlastní řídicí jednotku, je potřeba volit takovou, aby umožňovala komunikaci pomocí standardizovaných protokolů.

2.2.7 Zásuvkové rozvody

Nedílnou součástí současné občanské výstavby, i chytrých domácností, jsou standardní zásuvkové okruhy 230 V 16 A, které se projektují dle zaběhnutých zvyklostí a norem. Objevují se však stále častěji dedikované vývody, zásuvky určené pro konkrétní technologie, zásuvky spínané z rozvaděče apod.

Spínané zásuvky slouží pro kontrolku či blokování spouštění daných elektrických spotřebičů. Některé systémy dokonce umožnují měření spotřeby elektrické energie spotřebičem zapojeným do konkrétní spínané zásuvky. Tento způsob integrace umožňuje počítat i s obyčejnými spotřebiči s pohyblivými přívody v energetickém managementu a například omezit spínání některých zařízení, když by zrovna uživatel musel na jejich chod nakupovat drahou elektřinu ze sítě.

Obrázek 32 Smart modul do zásuvky a spínaná zásuvka

Spínané zásuvky lze realizovat mnoha způsoby, reléovými moduly v rozvaděči, relátky do instalačních krabic nebo přídavnými moduly do zásuvek. Zásuvky spínané z rozvaděče představují nejrobustnější řešení, lze snadno identifikovat a odstranit porucha, ale pokud takových samostatně spínaných zásuvek máme v domě víc, může to znatelně ovlivnit množství kabeláže. Některé firmy nabízejí přímo elektronicky spínané zásuvky do instalačních krabic s elektronikou umožňující komunikaci s řídícím systémem například pomocí protokolu Zigbee nebo Wifi. Oproti doposud zmíněným řešením, přídavné moduly do zásuvek představují asi nejjednodušší řešení spínání zásuvek. Spadají však spíše do hobby kategorie, kdy si uživatel koupí pár Wifi modulů, nastrká je do vybraných zásuvek a pomocí mobilní aplikace je nastaví. Všechny tyto prvky jsou ovládány bezdrátově a často umožňují měření spotřeby.

2.2.8 Osvětlení

V posledních letech se i v občanské výstavbě klade stále větší důraz na kvalitní a úsporné osvětlení. Díky rozvoji a cenové dostupností LED svítidel jsme schopni ušetřit 60-70 % nákladů na svícení oproti klasickým žárovkám. [44] V dnešních rodinných domech a bytech se stává velmi populární ambientní osvětlení pomocí LED pásků, instalovaných v podhledech, u země, či v nábytku, s možností stmívání a nastavování světelných scén.

Osvětlovací technika byla jedna z prvních a stále je nejpopulárnější technologickou skupinou integrovanou do chytré domácnosti. To se odráží v obrovském výběru smart svítidel, možností komunikace a napojení na elektroinstalaci. Při projektování rozvodů je proto potřeba myslet na to, že ne všechna svítidla komunikují se všemi smart home systémy, používají různé typy sběrnic nebo komunikačních protokolů (DALI/DALI2, Loxone Tree/Air, DMX, Wifi 2,4 Ghz, Z-Wave, ZigBee...) Je tedy dobré si dopředu zjistit, jaký typ svítidel bude používán. Naštěstí existuje velké množství tvz. chytrých žárovek viz. Obrázek 33, které lze instalovat do klasických svítidel s napájením 230 V a ovládat přes domácí Wifi síť.

Obrázek 33 Smart žárovky

V rámci integrace obecně jakýchkoliv svítidel lze dnes dosáhnout spíše zvýšení komfortu než energetické úspory. Největší výhodou je možnost automatizace osvětlovací soustavy na základě sledování světelných podmínek v místnosti nebo pohybu osob, správná volba teploty chromatičnosti a možnost stmívání podle denní doby, příjemné ambientní osvětlení, nebo nastavování světelných scén dle způsobu užívání prostoru, či činnosti.

Velká výhoda spojení osvětlení v domě se smart house systémem také spočívá v napojení na zabezpečovací systém, kdy může dům simulovat přítomnost obyvatel v domě v průběhu dovolené a tím tak odradit nevítané hosty.

2.2.9 Elektronika a ostatní spotřebiče

Stále více domácích spotřebičů například z kategorie bílé techniky umí být přímo integrována do smart home, pomocí bezdrátové komunikace. Uživatelé tak dokáží lépe sledovat jejich stav. Smart spotřebiče se například mohou spínat jen tehdy, kdy je v síti levná elektřina, nebo pokud mohou být napájeny přímo z FVE.

Obrázek 34 Propojení spotřebičů pomocí Wifi

Osobní elektronika potom slouží, jako interface mezi námi a chytrým domem, můžeme přes ně aktivovat a tvoři světelné scény, sledovat, co se aktuálně děje, na základě statistických dat upravovat chování domu.

Tvorbě domácí sítě je potřeba věnovat velkou pozornost, rozvody internetu v novostavbě rodinného domu vypadají poněkud jinak než dříve. Slaboproudé rozvody svým objemem zastávají zhruba 40-60 % všech elektrických rozvodů v moderním domě. Stále více domácích zařízení má možnost připojení k internetu nebo do domácí sítě, jak bezdrátově, tak kabelem. V domě je natažena sběrnice systémy smart house, na kterou jsou připojena svítidla, tlačítka, ovladače a jiné senzory.

2.2.10 Zabezpečovací systém PZTS

Systém PZTS je poplašný systém, který reaguje na narušení vymezeného prostoru a má funkci alarmu. Systém se skládá z ústředny, periférií a ovládacích zařízení umístěných v jednotlivých místnostech.

U rodinných domů se nejčastěji setkáme s perimetrickou, plášťovou a prostorovou ochranou.

- Perimetrická ochrana – ochrana ohraničení pozemku např IR závorami, venkovními pohybovými čidly a sledování kamerovým systémem.
- Plášťová ochrana – okenní a dveřní magnetické kontakty, senzory tříštění skla.
- Prostorová ochrana – pohybová čidla umístěná v pokojích a na chodbách.

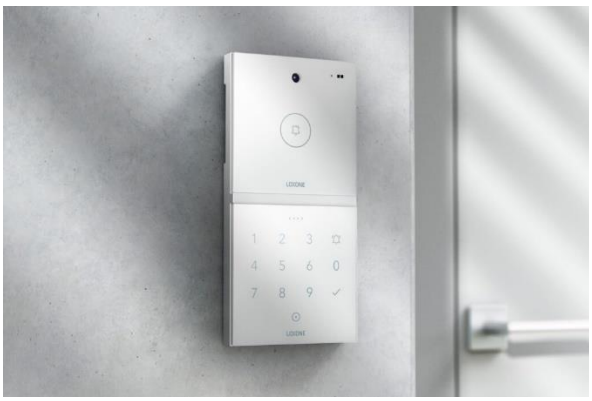
Obrázek 35 Elektronický zabezpečovací systém RD

K zabezpečovacímu systému chytrého domu jde přistupovat v zásadě dvěma způsoby. První způsob je klasický, to znamená standardní systém postavený na certifikované zabezpečovací ústředně, která může být připojena na pult centrální ochrany. Ústředna většinou umožňuje maximálně zrcadlení zabezpečovacího systému do systému smarthouse. Nejedná se však o plnou integraci. Výhodou je však certifikovaný systém dle normy ČSN EN 50131, což znamená množnost pojištění objektu na vyšší částku. Ve druhém případě lze pro zabezpečení využít výše zmíněné prvky již integrované ve smarthouse systému. Momentálně neexistuje smarthome systém, který by měl potřebnou certifikaci pro zabezpečovací systém, nicméně splňuje požadované funkce pro běžného uživatele. Výhodou je úspora kabeláže a plná integrace do systému.

Provázanost kdysi čistě zabezpečovacích prvků s ostatními technologiemi skrze systém chytrého domu může přinést energetické úspory, jak již bylo rozebráno při integraci vytápění, chlazení a větrání a stínění. Při narušení obálky budovy nebo zaznamenání požáru může navíc dům rozsvítit všechna světla v domě, vytáhnout všechny žaluzie, tím na sebe upozornit, odradit narušitele nebo bezpečně vyvézt obyvatele ven do bezpečí.

2.2.11 Přístupový systém

Nikdo nechce na svém pozemku nezvané hosty a doby zamykání brány visacím zámkem jsou již pryč. Integrace přístupového systému do chytrého domu umožňuje uživateli automatické otevření vjezdové brány a garážových vrat na základě rozpoznání registrační značky nebo bezdrátového ovladače umístěného v automobilu. Stejně tak pro odemknutí vchodových dveří stačí otisk prstu nebo NFC přívěsek. Majitel může návštěvě umožnit krátkodobý přístup na základě unikátního kódu a v aplikaci má přehled, kdo přijel domů, nebo jestli někdo nezapomněl před ochodem zavřít okno.



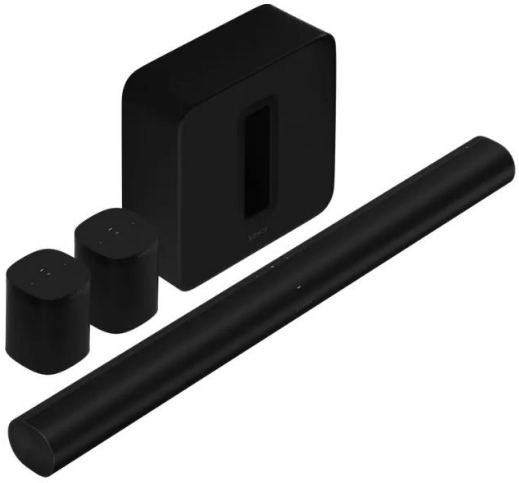
Obrázek 36 Interkom s NFC klávesnicí Loxone

Podobně jako u zebezpečovacích systémů, lze využít propojení například interkomu třetí strany díky komunikačnímu rozhraní nebo využít nabídky výrobců konkrétních smart home systémů.

Klasický domovní zvonek může být nahrazen upozorněním na telefonu či tabletu a zablikáním světla nebo přehráním zvukového signálu přes audio systém RD. [45]

2.2.12 Audio systém

Integrace audio systému lze provézt v několika úrovních, a to od malých bezdrátových reproduktorů, přes domácí kino, po kompletní ozvučení celého domu s tím, že se mohou reproduktory postupně zapínat a vypínat podle pohybu posluchače. U bezdrátových reproduktorů nastává stejný problém jako u svítidel, tedy mnoho výrobců, mnoho způsobů provedení komunikace, a ne všechny lze propojit se smart home systémy.



Obrázek 37 Bezdrátová sestava domácího kina Sonos

Přidáním audio systému s hlasovým asistentem jako Siri, Alexa nebo Google asistent lze pozvednout úroveň ovládání a interakce s chytrou domácností. Ovládáním se budu podrobněji zabývat v kapitole 2.3.

2.2.13 Wellness

Se zvyšující se životní úrovní obyvatelstva se stále častěji objevují instalace, kde se objevují vířivky, sauny a bazény. Tyto technologie mají dlouhou tradici vlastního řízení, tudíž podobně jako u VZT jednotek je konektivita se smart house systémem zajištěna pomocí přídavných komunikačních modulů například s rozhraním Modbus RTU, TCP/IP nebo bezdrátově na standardizovaných kmitočtových pásmech 868 MHz (ISM) nebo 2,4 GHz.

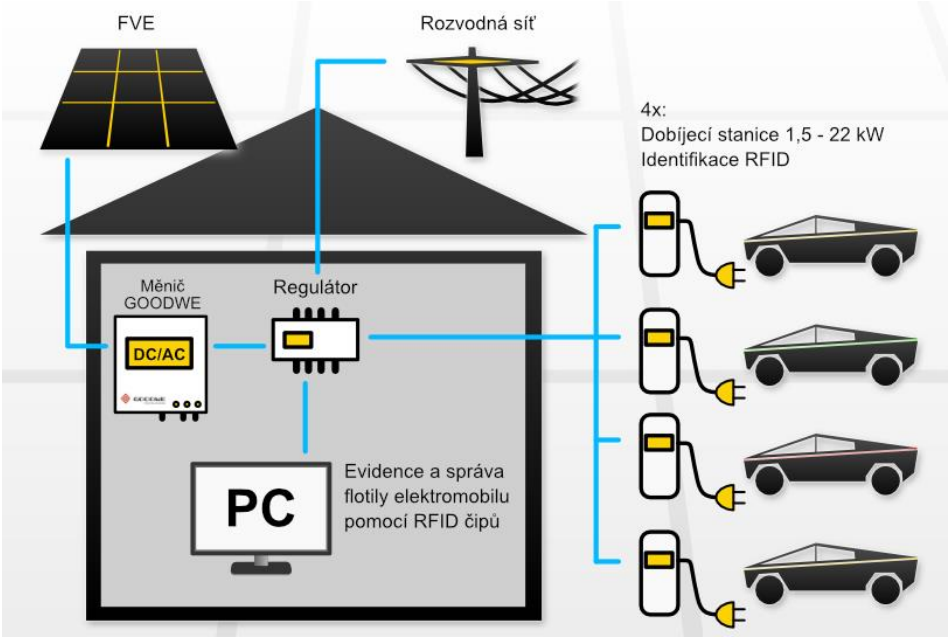
Energetické úspory těchto systémů v rámci integrace do smart home jsou obsaženy v řízení chodu technologií. Například tepelné čerpadlo pro nahřívání bazénu funguje pouze, když je jeho spotřeba pokryta FVE, nebo když je levná elektřina v síti. Autonomní kryt bazénu reaguje na režim používání a využívá meteorologická data stejně jakou systém stínění. Propojení ostatních technologií přináší spíše zlepšení komfortu, kupříkladu sauna se začne nahřívat s předstihem, aby měla správnou teplotu, když se uživatel vrátí domů z práce.

Obrázek 38 Bazénová automatizace postavená na smart house systému

Řízení bazénových a saunových technologií lze také bez problému realizovat pomocí sběru dat ze senzorů zde umístěných (teploměry, vlhkoměry) a ovládat přímo smart house systémem aktory (ventily, čerpadla, trysky) a napájení (saunová kamna, TČ bazénu). Kdy celá logika chodu wellness se odvíjí od naprogramování logiky chytré domácnosti.

2.2.14 Elektromobilita

Výkon domácích nabíječek elektromobilů se stéle zvyšuje, běžně se příkon tzv. wallboxů pohybuje od 7 do 22 kW. Kapacita baterií osobních elektromobilů je až 90 kWh a pravděpodobně poroste, což by při použití plných 22 kW nabíjecího výkonu znamenalo zhruba proudový odběr 32 A po dobu 3 h. To by častokrát vedlo k úplnému zahlcení kapacity domovní přípojky a pokud by se nabíjelo v nevhodnou dobu, tak i nemalé částce za elektřinu ze sítě. Proto je potřeba řídit, kdy a jak velký proud může wallbox odebírat. V rámci optimalizace energetického managementu RD může smart house systém povolit nabíjení pouze při nízkých cenách elektřiny nebo přímo z FVE. Nabíječky jsou většinou přímo postaveny pro integraci a komunikaci s ostatními systémy, jako je právě chytrá domácnost nebo měnič FVE jako je naznačeno na následujícím obrázku.



Obrázek 39 Přehledové schéma kombinace wallboxu a FVE GOODWE

2.2.15 Fotovoltaika a bateriové úložiště

Instalace fotovoltaických systémů je u novostaveb RD téměř samozřejmostí. Je to dáno především podmínkou splnění požadavků NZEB II pro maximální dodanou energii s neobnovitelných zdrojů. Obecně platí, že čím větší je potřeba elektrické energie domu, tím větší fotovoltaiku je potřeba instalovat, abychom omezili dodávky elektřiny ze sítě.

V rámci projektu NZU lze žádat o dotace na pořízení nových FVE, kde lze získat až 220 000 Kč na pořízení nové FVE o instalovaném příkonu 10 kWp. [46]

Právě FVE do 10 kWp připojené k DS jsou dle zákona 458/2000 Sb. klasifikovány jako mikrozdroje, nemusejí mít licenci pro výrobu elektřiny a mohou být, za splnění podmínek vyhlášky 16/2016 Sb, připojeny k DS.

FVE je potřeba navrhovat na co nejlepší využitelnost, to znamená, že je potřeba optimálně volit instalovaný příkon panelů, orientaci vzhledem ke světovým stranám a umístění. Samotné architektonické řešení chytrého domu by tedy mělo s instalací FVE počítat. Dále je potřeba vyřešit přebytky ve formě akumulace do baterií a teplé vody. Jelikož je v domech běžný 3f rozvod, tak je vhodné volit 3f hybridní asymetrický měnič, který dokáže vyrobenou elektřinu rozdělit do fází podle aktuální spotřeby a není tak potřeba využívat elektřinu ze sítě, když je jedna fáze zatížena více než ty ostatní.

S instalací FVE s bateriovým úložištěm souvisí energetická nezávislost a bezpečnost, proto je potřeba volit takový měnič, který dokáže pracovat v ostrovním režimu.

Samotné řídicí systémy měničů dokáží obstarat velkou část energetického managementu RD. Spojením s ostatními technologiemi v domě lze však dosáhnout mnohem lepšího přehledu nad tokem energie a využitelnosti FVE.

Obrázek 40 Provázanost FVE s ostatními technologiemi

Chystaná novela energetického zákona má umožňovat vznik komunitní energetiky a zavedení smart gridu, který využitelnost OZE ještě zvýší. Pokud to dispozice domu umožňuje, je vhodné, i při malé celkové spotřebě elektřiny domu, volit FVE co největší, například 10 kWp s hybridním asymetrickým 3f měničem, který umožňuje komunikaci se smarthouse systémem a má dostatečný výkon pro napájení alespoň prioritních odběrů v domě. Volba velkosti baterie se potom odvíjí od toho, jak moc má být dům na DS nezávislý, tedy jak dlouho a jakým výkonem je baterie schopna pokrývat spotřebu. Kapacita baterie se dnes obecně volí v rozmezí 2-3násobku instalovaného výkonu FV modulů.

2.3 Vizualizace a uživatelské ovládání

Jedním ze základních pilířů všech systému chytré domácnosti je podrobná a interaktivní vizualizace stavu celého domu, místností nebo toku energií. A dále jednoduché intuitivní ovládání tlačítky, ovladači a ostatní osobní elektronikou. Cílem je sloučení co nejvíce dílčích technologií pod jednu platformu, dle volby uživatele, která bude mít schopnost efektně provázat získané informace, smysluplně je prezentovat obyvatelům RD a na základě jejich vyhodnocení optimalizovat jeho celý chod.

Osobní elektronika potom tvoří interaktivní uživatelské rozhraní, skrz které má uživatel přístup k pokročilým funkcím. Zároveň by ovládání mělo být co nejjednodušší a založené například na posouvání slidebaru teploty pro danou místnost v mobilním telefonu. To, jestli energie pro zvýšení požadované teploty v obývacím pokoji se bere z fotovoltaiky, baterie, nebo teplé vody uchovávané v akumulační nádrži, už uživatel řešit nemusí a je to starost smart home systému.

Vizualizace 2D nebo 3D chytrého domu může uživateli poskytnou údaje o aktuální a požadované teplotě v každé místnosti, stav baterie, výrobu FVE, kde je otevřené okno nebo rozsvícené světlo, jestli už doprala pračka apod.

Obrázek 41 3D vizualizace chytrého domu

Na základě vyhodnocení rozhovorů se zástupci firem realizující a vyvíjející smart home instalace by člověk ani neměl poznat, že se nachází v jiném než normálním domě. Největší přidaná hodnota chytré domácnosti má být právě automatizace a provázání jednotlivých technologií mezi sebou, aniž by se o to uživatel musel nějak starat. Až na pár výjimek člověk nechce ztrácet čas složitým nastavováním časového harmonogramu klimatizace, který bude stejně k ničemu, až vlna veder přejde, chce mít prostě příjemnou vnitřní teplotu, když přijde domů a zároveň za ni nechce moc zaplatit. To je starost vývojářů, programátorů a integrátorů smart home systémů.

Chod chytrého domu by měl být zcela autonomní. Hospodaření s energiemi a kvalita vnitřního prostředí by měla být automaticky nastavena na rovnováhu mezi využitím dodané energie, energie vyrobené z OZE a kvalitou vnitřního prostředí. Změny v tomto režimu by měly být prováděny na základně vyhodnocování statistických dat o chodu domácnosti a chování uživatelů. Nejvíc však záleží na volbě uživatele, jestli chce být šetrný k životnímu prostředí a své peněžence a občas omezit své nároky na teplotu místnosti, vody ve sprše, či oželet výlet elektromobilem, nebo chce za každou cenu maximální pohodní a luxus.

Uživatelské ovládání celého domu by tedy mělo být ovlivněno z většiny čistě na zajištění individuálních subjektivních potřeb, jako je zapnutí/vypnutí světel, zesílení/zeslabení hudby apod. Vše ostatní má vyřešit dům za uživatele. Automatika osvětlení, hudby a ostatních věcí, které spíše zvyšují komfort bydlení, by měla být postavena na uživatelských požadavcích. Někdo ocení změnu teploty chromatičnosti žárovek směrem k teplým barvám s přicházejícím večerem, nebo zase bude v tomto ohledu s domem bojovat. Stejně jako automatické spínání osvětlení na základě přítomnosti a osvětlenosti.

Jednotlivé typy ovládacích prvků budou rozebrány níže.

2.4.1 Multifukční tlačítka

Místo klasických vypínačů se instalují multifunkční programovatelná tlačítka. Jsou připojena ke sběrnici nebo komunikují bezdrátově. Výhodou těchto tlačítek je libovolná programovatelnost. Jedním multifunkčním tlačítkem lze ovládat osvětlení, žaluzie, audio, odvětrávání nebo bazén. Vše ve stejném designu a na jednom místě. Odpadá tak nutnost instalace nevzhledných troj, čtyř nebo pěti rámečků u dveří pro ovládaní každé technologie zvlášť.

Obrázek 42 Loxone tlačítko - 5 dotykových zón, měření teploty a vlhkosti

Obrázek 43 ABB KNX 6tlačítko a termostat v jednom

Některá tlačítka v sobě mají zabudovány senzory teploty, vlhkosti, svorky pro připojení externích čidel nebo jsou dokonce opatřena displejem a mohou zároveň fungovat jako termostaty.

2.4.2 Ovladače

Některé smart home systémy, převážně ty, které jsou postaveny na inteligentní elektroinstalaci, umožňují i ovládání pomocí dálkového ovladače, který komunikuje pomocí IR nebo ISM.

Obrázek 44 Zleva KNX Schneider, ovladač Control4 ovladač a Loxone ovladač

Ovladače jsou mezistupeň ve způsobu uživatelského ovládání chytré domácnosti. Mají větší funkčnost než instalační tlačítka, ale nemají takové možnosti jako mobilní aplikace.

2.4.3 Hlasové ovládání

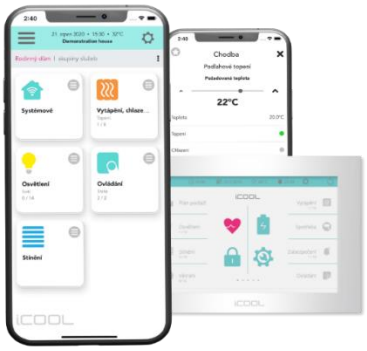
Největší novinka v možnostech ovládání chytré domácnosti je implementace hlasových asistentů. Tímto se prosté ovládání mění spíše na interakci s celým domem, kdy nám může sám dům skrz hlasového asistenta sdělovat své stavy nebo nás informovat o dění okolo. Může nám dokonce nabídnout, zda nechceme roztáhnout žaluzie nebo otevřít okno při čtení knihy, protože dům na základě aktuálních meteorologických dat vyhodnotil, že venku je hezky, teplo a otevřené okno by nám mohlo zpříjemnit atmosféru.

Obrázek 45 Reproduktor hlasového asistenta a příklady asistentů

Zařízení hlasových asistentů mohou navíc doplňovat audio systém pevné instalace a sloužit jako nabíjecí stanice pro osobní elektroniku. Při volbě hlasového asistenta je nutné dávat velký pozor, jestli dokáže spolupracovat s daným smart house systémem pevné instalace nebo bezdrátovými zařízeními třetích stran.

2.4.4 Aplikace pro mobilní zařízení

V mobilní aplikaci může uživatel přehledně vidět téměř vše, co se v domě děje. Má zde přehled technologií integrovaných do smarthome a výše zmíněnou vizualizaci. Může sledovat grafy a výstupy měření za zvolený časový úsek. Dostane se zde k nastavování nejrůznějších funkcí svého domu. Může telefon používat jako interkom, na dálku návštěvě otevřít dveře, nebo sledovat bezpečnostní kamery.



Obrázek 46 Smart home aplikace ICOOL4

Smarthome aplikace se dělí na dílčí, pro jednotlivé technologie a integrační, ve kterých můžeme vidět a ovládat zařízení třetích stran, jejichž komunikace je založena na IoT nebo pomocí drátových komunikačních protokolů (Modbus RTU, TCP/IP apod.) V ideálním případě je vše obsaženo, tedy zaintegrováno, v jednom spolehlivě fungujícího systému. Který představuje interface mezi námi a technologiemi tvořícími chytrou domácnost.

Ještě vyšší stupeň představují rozhraní pro PC, kde může uživatel zasahovat do ještě pokročilejšího nastavení funkcí domu, nebo dokonce naprogramovat, či zaintegrovat nové funkce a zařízení.

2.4.5 Systémové tablety

Výsada systémů využívajících pevné inteligentní elektroinstalace (Contorl4, KNX, ABB free@home). Jedná se o jednoúčelová zařízení, která slouží čistě jako SCADA rozhraní pro chytrý dům. Ve většině případů se instalují na zeď nebo nábytek, jako trvale napájený prvek pevné chytré elektroinstalace. Výhodou těchto zařízení je trvalé napájení a spolehlivost, díky

vyladěnému systému, postavenému čistě pro tyto účely. Nevýhodou je poměrně vysoká cena za jednoúčelový tablet.

Obrázek 47 ABB-free@home nástěnný tablet

Alternativou jsou obyčejné tablety, které se přimontují na zeď do rámečku a plní tuto funkci. Ty však stárnou mnohem rychleji než výše zmíněná zařízení, ale plní i funkci klasického tabletu.

2.4.6 NFC tagy a přívěsky

NFC prvky se nejčastěji používají v souvislosti s přístupovým systémem viz. Obrázek 48 vpravo. Dále je možné různě po domě rozmístit NFC nálepky. Přiložením mobilního telefonu k nim dojde k vyvolání požadované funkce nebo nastavené předdefinované scény. Jedná se teda i prvky urychlující ovládání domu, které dokáží vyvolat složitější funkce, které již tlačítko pevné instalace není schopno pojmout, nebo mají sloužit jen konkrétnímu uživateli, například pro přístup do pracovního stolu.

Obrázek 48 Loxone NFC tagy a NFC klíčenka Jablotron a Loxone

3 Projektování silnoproudých a slaboproudých zařízení pro chytrý dům

Každý smarthome systém využívající inteligentní elektroinstalace má pro svou realizaci určitá pravidla a doporučení. Některé systémy jsou vhodné pro rekonstrukce, využívají bezdrátovou komunikaci nebo komunikační signál superponují na napájecí napětí 230 V. V oblasti projektování a realizace smart homes zatím není žádný obecný a ucelený standart, pouze řešení konkrétních systémů, nebo realizačních firem, které však mají své nedostatky a omezení.

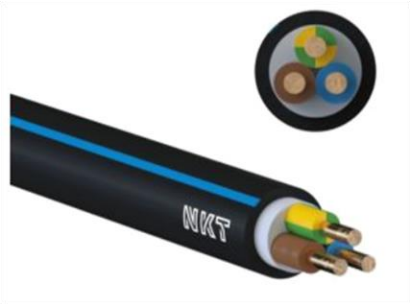
Vývoj těchto systémů je velice rychlý a přibývá více a více systémů a technologií s možností integrace do chytré domácnosti. Při tak velké diverzitě systémů, projektanti, architekti a instalační firmy ztrácení přehled o principech a řešeních rozvodů pro různé systémy. Novostavby jsou plné složitých technologií, a přímo vybízejí k tomu, aby byly vybaveny systémem domovní automatizace tedy smart home, pokud však dopředu nevíme, jaký systém nebo technologie budou použity, nechceme se spoléhat jen na bezdrátovou komunikaci, nebo si chceme být jisti přípravou do budoucna, nastává problém.

Na základě vyšetření principů projektování, realizací a možností dnešních smart home technologií, je v této části zpracována příručka pro výše zmíněné profese, která ve formě karet v rozsahu 1 až 3 A4 popisuje obecná a univerzální doporučení pro rozvody, dimenzování a stavební připravenost technologií popsaných v předchozí kapitole. Tato doporučení nejsou ideální pro žádný konkrétní smart home systém, ale zaručují funkčnost pro většinu případů a připravenost na budoucí změny a vývoj. Tato doporučení jsou zaměřena pro využití převážně drátové komunikace, která bývá robustnější, spolehlivější a pro novostavby se hodí více.

Obrázek 49 Chytrý dům – propojení všech technologických celků, upraveno

3.1 Kabeláž a pravidla rozvodů

Typicky používané kabely pro SIL a SLA rozvody:



Obrázek 50 CYKY-J 3x1,5

- Označení: CYKY-J 3x1,5
- Jádro: Drát 1,5 mm^2
- Počet jader: 3 (L, N, PE)
- Stínění: ne
- Typické jištění: AC 10 A, 1f, char. B nebo C
- Typické použití: Rozvody 230 V pro osvětlení
  Pro pevné připojení 1f spotřebičů do 2000 W např. žaluziové motory

Obrázek 51 CYKY-J 5x1,5

- Označení: CYKY-J 5x1,5
- Jádro: Drát 1,5 mm^2
- Počet jader: 5 (L1, L2, L3, N, PE)
- Stínění: ne
- Typické jištění: AC 10 A, 3f, char. B nebo C
- Typické použití: Rozvody 230 V pro osvětlení
  Pro pevné připojení 3f spotřebičů do 6000 W např. žaluziové motory ovládané z rozvaděče

Obrázek 52 CYKY-J 3x2,5

- Označení: CYKY-J 3x2,5
- Jádro: Drát 2,5 mm^2
- Počet jader: 3 (L, N, PE)
- Stínění: ne
- Typické jištění: AC 16 A, 1f, char. B nebo C
- Typické použití: Rozvody 230 V pro zásuvky
  Pro pevné připojení 1f spotřebičů do 3600 W

Obrázek 53 CYKY-J 5x2,5

- Označení: CYKY-J 5x2,5
- Jádro: Drát 2,5 mm^2
- Počet jader: 5 (L1, L2, L3, N, PE)
- Stínění: ne
- Typické jištění: AC 16 A, 3f, char. B nebo C
- Typické použití: Rozvody 400 V pro 3f zásuvky
  Pro pevné připojení 3f spotřebičů do 10 kW

Obrázek 54 CYKY-J 5x4 – 5x16

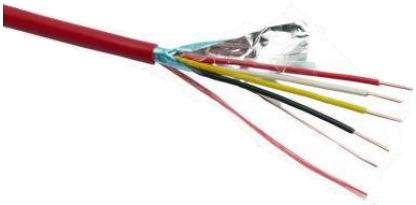
-	Označení:	CYKY-J 5x4(x6, x10, x16)
-	Jádro:	Drát 4 (6, 10, 16) mm^2
-	Počet jader:	5 (L1, L2, L3, N, PE)
-	Stínění:	ne
-	Typické jištění:	AC 20-80 A, 3f, char. B nebo C
-	Typické použití:	Pro pevné připojení 3f spotřebičů
-	Pozn.:	S výkonem větším než 10 kW Sauny, wallboxy, TČ, klimatizace Dimenzování dle ČSN EN 33 2000-5-52 ed. 2 Kabely CYKY-J 5x10, 5x16, 4x10, 4x16 typicky pro el. přípojku

Obrázek 55 CYSY 2x1 – 2x2,5

-	Označení:	CYSY 2x1(x1,5, x2,5)
-	Jádro:	Lanko 1 (1,5, 2,5) mm^2
-	Počet jader:	2 (L, N)
-	Stínění:	ne
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-4 A, char. C
-	Typické použití:	Napájení Bílých LED pásků
-	Pozn.:	Dimenzování dle ČSN EN 33 2000-5-52 ed. 2

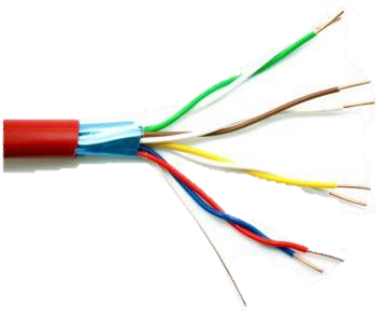
Obrázek 56 CYSY 5x0,75 - 5x1 RGBW

-	Označení:	CYSY 5x0,75(x1) RGBW
-	Jádro:	Lanko 0,75 (1) mm^2
-	Počet jader:	5 (R, G, B, W, L)
-	Stínění:	ne
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-4 A, char. C
-	Typické použití:	Napájení RGBW LED pásků
-	Pozn.:	Dimenzování dle ČSN EN 33 2000-5-52 ed. 2



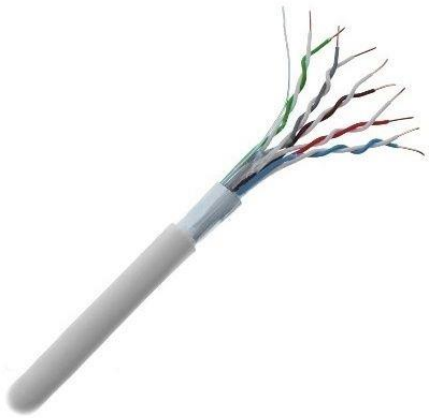
Obrázek 57 JYSTY 2x2x0,8

-	Označení:	JYSTY 2x2x0,8
-	Jádro:	Drát 0,8 mm^2
-	Počet jader:	2x2 – kroucené páry
-	Stínění:	Al fólie vnější
-	Přen. rychlost:	Max 10 Mbit/s
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-2 A, char. B
-	Typické použití:	Slaboproudý signalizační, komunikační a sběrnicový kabel (KNX, CIB, RS 485, RS 232, M-Bus, Modbus)
-	Pozn.:	Uložení v chráničkách a žlabech



Obrázek 58 JYSTY 4x2x0,8

-	Označení:	JYSTY 4x2x0,8
-	Jádro:	Drát 0,8 mm^2
-	Počet jader:	4x2 – kroucené páry
-	Stínění:	Al fólie vnější
-	Přen. rychlost:	Max 10 Mbit/s
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-2 A, char. B
-	Typické použití:	Slaboproudý signalizační a komunikační kabel – senzory, skupiny senzorů apod.
-	Pozn.:	Uložení v chráničkách a žlabech



Obrázek 59 SYKFY 1x2x0,5 - 5x2x0,5

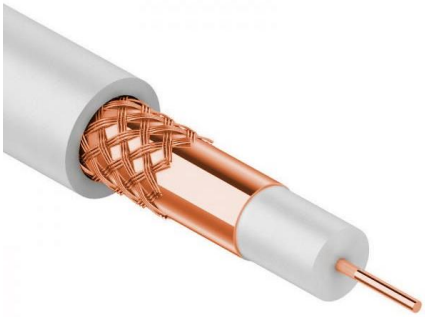
-	Označení:	SYKFY 1x2x0,5 SYKFY 2x2x0,5 SYKFY 3x2x0,5 SYKFY 4x2x0,5 SYKFY 5x2x0,5
-	Jádro:	Drát 0,5 mm^2
-	Počet jader:	1÷5x2 – kroucené páry
-	Stínění:	Al fólie vnější
-	Přen. rychlost:	Max 14 Mbit/s
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-2 A, char. B
-	Typické použití:	Slaboproudý signalizační a komunikační kabel
-	Pozn.:	Uložení v chráničkách a žlabech Nejčastěji požívaný pro prvky PZTS

Obrázek 60 UTP Cat.6a

-	Označení:	UTP cat6a
-	Jádro:	Drát 0,54 mm^2
-	Počet jader:	4x2 – kroucené páry
-	Stínění:	ne
-	Přen. rychlost:	Max 1 Gbit/s
-	Typické jištění:	DC (24 V) 1-2 A, char. B
-	Typické použití:	Slaboproudý komunikační a sběrnicový kabel (LAN, Loxone Tree, KNX, CIB, RS 485, RS 232, M-Bus, Modbus)
-	Pozn.:	Uložení v chráničkách a žlabech Pro venkovní použití nutnou volit typ UTP-PE nebo OUTDOOR

Obrázek 61 CYH 2x2,5

- Označení: CYH 2x2,5
- Jádro: Lanko 2,5 mm^2
- Počet jader: 2
- Stínění: ne
- Typické použití: Kabely pro reproduktory
- Pozn.: Uložení v chráničkách a žlabech
  Pro reproduktory větších výkonů
  je potřeba dimenzovat průřezy 4 až 6 mm^2



Obrázek 62 Koax 75 Ω

- Označení: RG59/CU125CU
- Jádro: Drát 1 mm^2
- Počet jader: 1
- Stínění: ano
- Typické použití: Kabely pro rozvody STA
- Pozn.: Uložení v chráničkách a žlabech
  Pro venkovní použití nutnou volit typ OUTDOOR

Obrázek 63 H1Z2Z2-K 6 mm^2

- Označení: H1Z2Z2-K 6 mm^2
- Jádro: Lanko 6 mm^2
- Počet jader: 1
- Stínění: ne
- Typické použití: Kabely FVE – DC část
- Pozn.: Uložení v chráničkách a žlabech
  Používají se chráničky s UV odolností
  Jištění je přizpůsobenu vstupním parametrům měniče

Tvorba kabelových rozvodů stavební připravenost:

- Kabelové vedení musí být co nejkratší a respektovat stavební dispozici a souběh s ostatními vedeními dle ČSN 73 6005.
- Kabely se sdružují do kabelových tras umístěných ve žlabech či svazcích.
- Kabelové trasy je nejvýhodnější projektovat v podlaze nebo u stropu nad podhledem, nutno dodržet odstupy mezi silovým a sdělovacím vedením dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.
- Kabelová vedení musí být kladena s ohledem na působení vnějších vlivů ČSN 33 2000-5-51 ed.3.
- Kabely prostupující ven z budovy, které budou vystaveny slunečnímu záření mít UV odolnost. Označují se UV nebo OUTDOOR, Kabely CYKY patří do kategorie UNIVERZÁLNÍ (dostatečná UV odolnost). Ve venkovním prostření co nejdelší část kabelů umístit do chráničky. Prostupy musí narušovat statiku, požární bezpečnost a musí být utěsněny
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami – před realizací omítek, pohledových stropů a podlah je nutná kontrola kabeláže.
- Kabely označovat na začátku a na konci dle označení v PD.
- Kabely dovedené do koncových pozic musí mít dostatečnou rezervu (1-3 m) z důvodu případné změny dispozice, umístění koncových, nebo poškození konců kabelů při dalších fázích stavby.

Základní soubor norem pro kabelová vedení a rozvody v RD:

- ČSN 33 2000-5-52 ed. 2: Elektrické instalace nízkého napětí – Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3: Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy
- ČSN 33 2130 ed. 3: Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN EN 60445 ed. 5: Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- ČSN 73 6005: Prostorové uspořádání vedení technického vybavení

3.2 Zásuvkové obvody 230 V

- Zásuvky slouží k pohyblivému připojení elektrických spotřebičů s napájecím napětím 230 V
- V ČR jsou běžně používány zásuvky typu E

Obrázek 64 Příklady zásuvek typu E 230 V

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Zásuvkové obvody používané laiky sloužící pro všeobecné použití musí být opatřeny doplňkovou hranou – proudovým chráničem
- Na jeden zásuvkový obvod nesmí být připojeno více než 10 zásuvkových vývodů
- Dvoj zásuvka je považována za jeden zásuvkový vývod a nesmí být napájena z více okruhů
- Spotřebiče přesahující příkon 2 kVA nemohou být pevně připojeny k všeobecným zásuvkovým okruhům, ale musí pro ně být zřízen samostatně jištěný obvod
- Dedikované zásuvky (např. chladnička a mraznička) nebo vývody pro pevné připojení spotřebičů nemusí být opatřeny proudovými chrániči
- Minimální počty zásuvek dle typů místností stanovuje norma ČSN 33 2130 tabulka 8

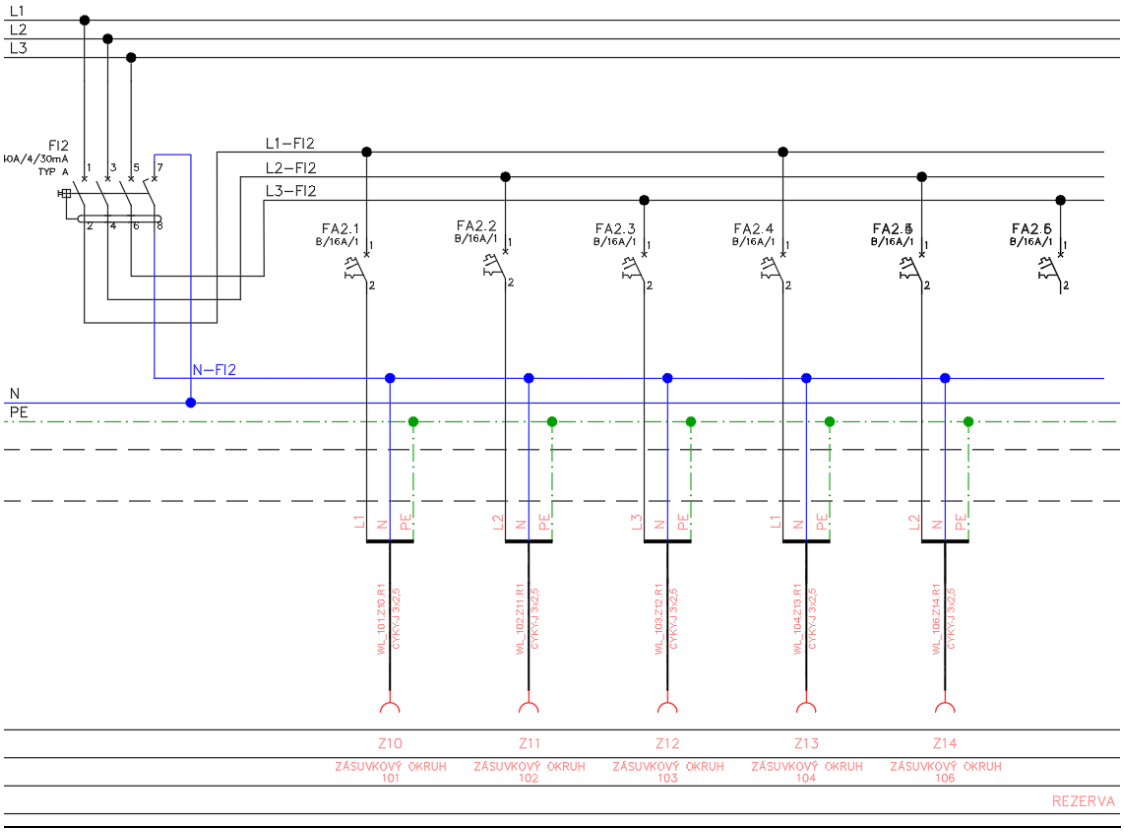
Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely a instalační krabice se umisťují v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 nebo v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou zakončeny v elektroinstalačních krabicích KU68
- Kabely pro elektronicky spínané zásuvky se spínacím mechanismem uvnitř zásuvky je lepší zakončovat v hlubokých krabicích KPR68
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.Z3.R1.SP** – místnost 102, zásuvkový okruh 3, z rozvaděče R1, spínaná zásuvka
- Koncové prvky se montují do instalačních krabic po dokončení omítek a výmalby

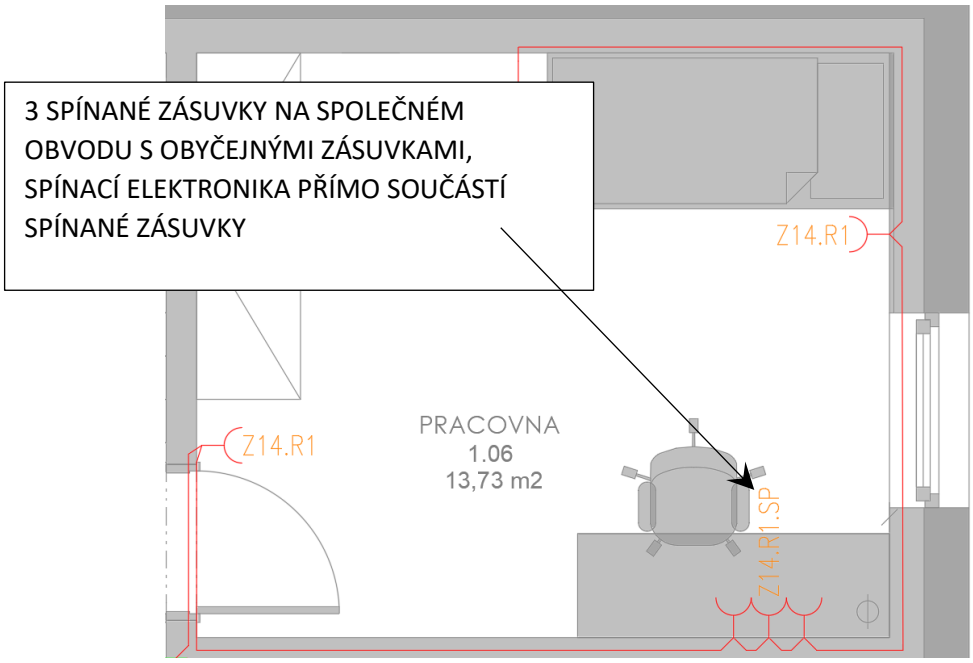
Tabulka 3 Typy zásuvkových obvodů pro chytrou domácnost

Standardní zásuvkový okruh:	- Výhody: Méně náchylné na poruchu, robustní zaběhnutý systém, žádné přídavné ztráty způsobené stykači, relátky a polovodiči - Nevýhody: Nelze je dálkově nebo časovačem spínat, nemáme přehled o spotřebě - 1 místnost = jeden samostatně jištěný zásuvkový obvod, pokud jsou místnosti malé (WC, koupelna, komora) lze natáhnout jeden okruh pro více místností. - max 10 zásuvek na jeden obvod
Spínaný zásuvkový okruh:	- Jedná se o klasický zásuvkový okruh, s tím rozdílem, že za jistič je pro daný okruh umístěn v rozvaděči ovládaný spínací prvek, nejčastěji několikanásobný reléový modul, pomocí kterého je řízeno spínání celého zásuvkového obvodu. Například zásuvky v celé místnosti. - Reléový modul musí být schopen spínat až 16A zátěž a musí mít dostatečnou zkratovou odolnost např. 6 kA – 10 kA. - max 10 zásuvek na jeden obvod
Zásuvka spínaná z rozvaděče:	- Pro každou zásuvku spínanou samostatně z rozvaděče je potřeba samostatný silový kabel, což znamená navýšení potřebného místa v rozvaděči pro jističe a spínací moduly smarthouse systému. Jako koncový prvek může být zvolena standardní zásuvka v jakémkoliv designu.
Spínaná zásuvka:	- Spínaná zásuvka může být napojená na standardní zásuvkový okruh, kde se pouze na vybraný vývod osadí zásuvka, která má v sobě elektroniku umožňující komunikaci s řídícím systémem například Zigbee nebo Wifi. Dále tyto „smart“ zásuvky často umožňují měření spotřeby
Zásuvka spínaná přídavným relé:	- Relé, které se umístí do instalační krabice, často označováno jako mini nebo nano relay, za jakoukoliv zásuvku napojenou na společný zásuvkový obvod, umožňuje její samostatné spínání. - Relé komunikuje bezdrátově nebo je napojeno na sběrnicový (drátový) systém. V tomto případě je nutno do instalační krabice natáhnout ještě komunikační kabel, nejčastěji **JYSTY 2x2x0,8** nebo **UTP Cat.6a**. - Tyto relé moduly často umožňují i měření spotřeby.
Zásuvný modul do standardní zásuvky:	- Zásuvný modul představuje asi nejjednodušší řešení spínání zásuvek, ale trčí ze zásuvky a je často nevzhledný - Moduly se nastrkají do vybraných zásuvek a přes aplikaci se nastaví. - Všechny tyto prvky jsou ovládány bezdrátově a často umožňují měření spotřeby.

Příklady:



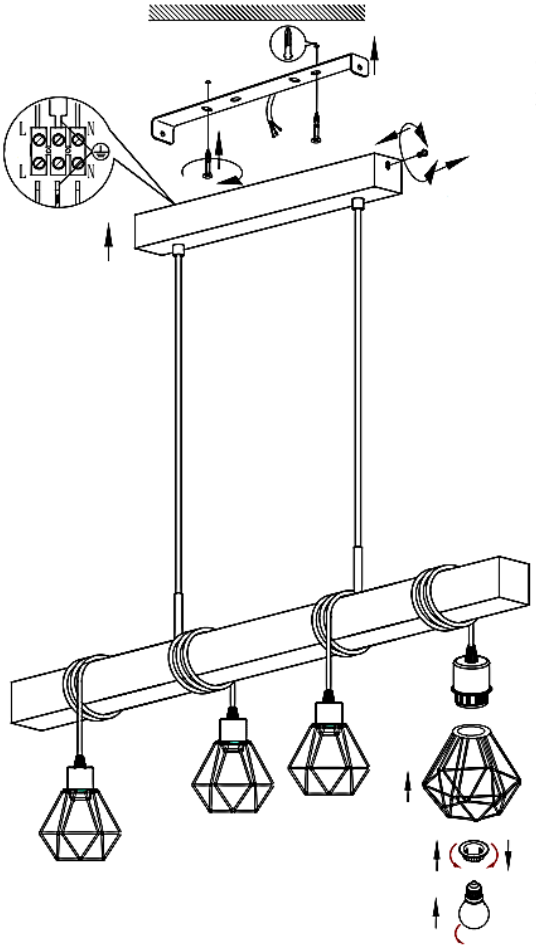
Obrázek 65 Standardní zásuvkové vývody, rozvaděč



Obrázek 66 Příklad zásuvkového obvodu se spínanými zásuvkami na společném obvodu

3.3 Osvětlení

- Většina svítidel se dnes připojuje k napětí 230 V nebo 24 V DC
- Svítidla jsou ovládaná drátově nebo bezdrátově
- Typické způsoby ovládaví: ON/OFF, PWM, DALI, DMX, Wifi 2,4 Ghz, RF ISM pásmo, Philips HUE, Bluetooth, Loxone Air, ZigBee apod.
- Svítidla nebo žárovky dnes umožňují plynulé stmívání a změnu barvy (CCT nebo RGBW)
- Existují varianty s paticemi E a G nebo kompaktní LED svítidla a LED pásky



Obrázek 67 Svítidlo připojené k rozvodu 230 V AC

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/10A/C
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA, typ A
  - Používají se jističocháničе
- Kabelový přívod: CYKY 3x1,5
  CYKY 5x1,5

- Napájecí napětí: 24 V DC
- Jištění: Jističe/pojistky 1÷4A/C
- Doplňková ochrana: SELV/PELV
- Kabelový přívod: CYSY 2x1 – 2x2,5
  CYKY 2x1,5 – 2x2,5
  CYSY 5x0,75(x1) RGBW

- Některá svítidla se připojují na sběrnici smarthome systému taženou kabely JYSTY 2x2x0,8 nebo UTP Cat.6a.

Požadavky a doporučení pro projektování:

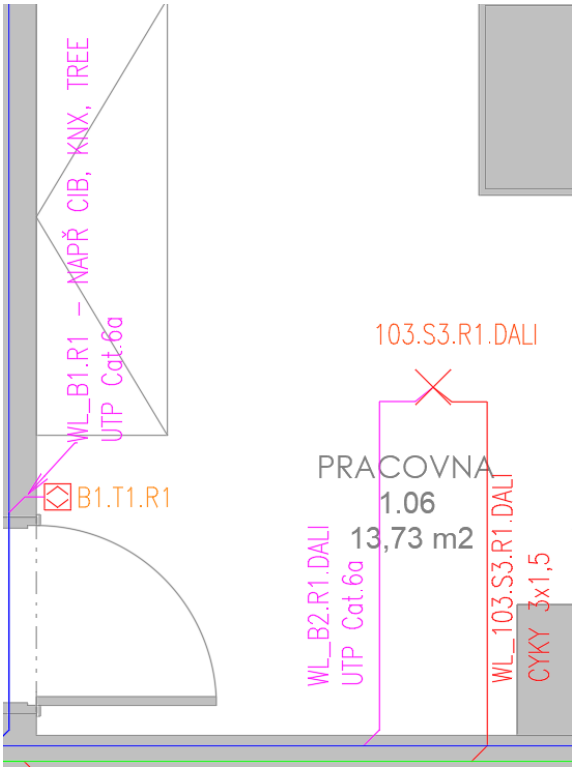
- Světelné obvody je dobré rozdělit rovnoměrně na všechny 3 fáze, aby při poruše nevypadlo osvětlení v celém domě. Např.: 1.fáze: 1NP, 2. fáze: 2NP, 3.fáze: komunikace, schodiště, venkovní osvětlení.
- Na jeden jističochránič typicky max 10 světelných okruhů – součet příkonů svítidel cca 2 kW
- Ke svítidlům ovládaným přes sběrnici je potřeba i sběrnicový kabel dle požadavků výrobce
- Existuje velké množství způsobu napájení a ovládání – je dobré si dopředu zjistit, co bude instalováno
- Univerzální řešení, pokud nevíme dopředu, co se bude instalovat a chceme si být jistí funkčnosti je: **CYKY 5x1,5** pro napájení a **UTP Cat.6a** pro komunikační sběrnici, kdy svítidla na jednom okruhu stačí prosmyčkovat mezi sebou oběma kabely
- LED pásky volit s napájením 24 V – menší úbytky napětí
- Konektory LED pásků umožňují nepájivé napojení vodiče do průřezu 1 mm^2

- Pro dimenzování kabelů pro LED pásky a svítidla na 24 V je vhodné použít konfigurátory jako např.: *https://www.mcled.cz/kalkulator-led-pasku*
- LED zdroje, v případě velké vzdálenosti od rozvaděče (obecně>30 m), je potřeba umisťovat blíže svítidlům – podhledy, nábytek, niky apod.
- Při projektování osvětlení LED pásky je potřeba si dávat velký pozor na velikost napájecího napětí, výkon pásku na 1 m, počet napájecích vodičů a způsob, jakým je lze ovládat. všechny tyto informace by měl poskytnout výrobce
- Sběrnicová tlačítka se prosmyčkovávají sběrnicovým kabelem **JYSTY 2x2x0,8** nebo **UTP Cat.6a.**
- Pro každý vypínač typu zvonkové tlačítko je potřeba vést signální kabel z rozvaděče zvlášť

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v kabelových trasách a žlabech nejčastěji u stopu nad podhledem
- Kabely jsou vyvedeny v místě montáže svítidla s dostatečnou rezervou.
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nebo zaklopením stropu pohledovou vrstvou nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.S3.R1.DALI** – místnost 102, světelný okruh 3, z rozvaděče R1, ovládání pomocí DALI
- Koncové prvky se montují dle pokynů výrobce

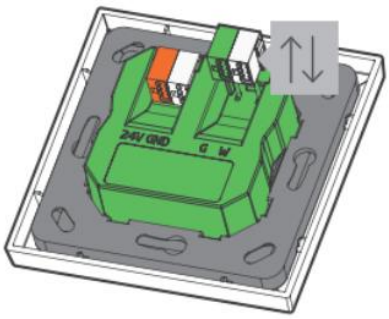
Příklady:

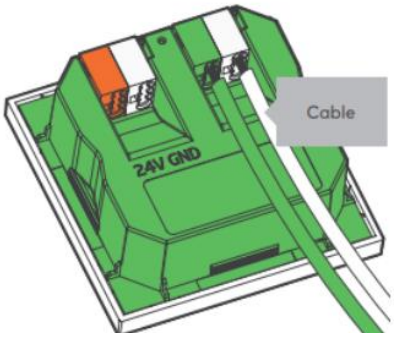


Obrázek 68 Příklad světelného výhodu pro svítidlo ovládané přes sběrnici

3.4 Ovládací prvky s smarthouse sběrnice

- Smarthouse ovládací prvky, které jsou součástí pevné instalace vyžadují externí napájení nebo jsou napájeny z baterií
- Slučují ovládání několika technologií do jednoho ovladače
- Jejich funkce závisí na naprogramování
- Nejběžnější drátové sběrnice pro smarthome: EIB/KNX, CIB, Tree, RS485
- Ovladače pro bezdrátovou komunikaci obecně nevyžadují externí napájení





Obrázek 69 Sběrnicové tlačítko

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 24 V DC nebo 48 V DC
- Jištění: Jističe/pojistky 1÷4A/C
- Doplňková ochrana: SELV/PELV
- Kabelový přívod: JYSTY 2x2x0,8
  UTP Cat.6a**.**

Požadavky a doporučení pro projektování:

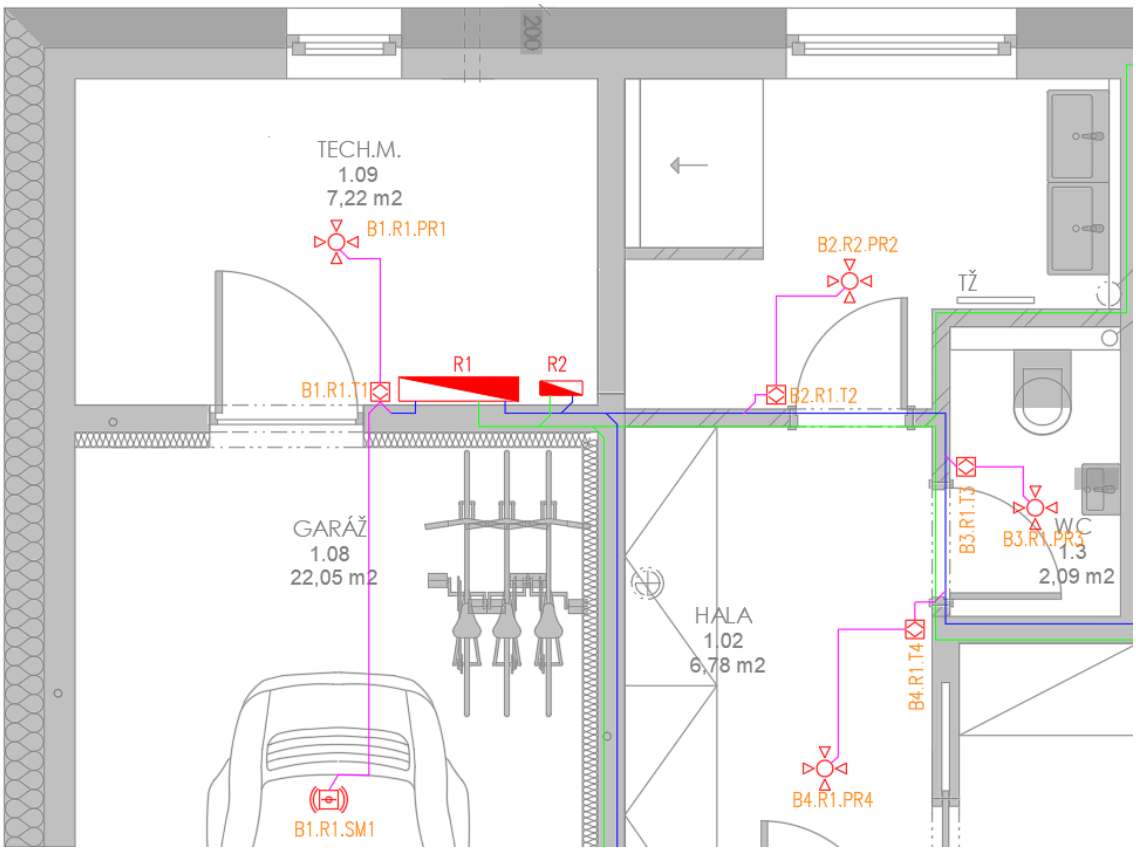
- Pozor na maximální počet prvků na jedné větvi sběrnice – obecně raději méně prvků na více větvích, např 30 prvků na větev, max délka větve sběrnice 500 m
- Napájecí zdroj musí být dimenzován na max odběr všech prvků najednou, nesmí být překročena proudová zatížitelnost sběrnice – typicky 1 až 2 A
- Běžné topologie: Hvězda, bus, strom, linka – univerzální řečení je dovést samostatnou větev z každé místnosti do rozvaděče. v místnosti potom vytvořit hvězdu k ostatním sběrnicovým prvkům, v rozvaděči se potom jednotlivé větve propojí podle povoleného počtu prvků na větvi
- Obytné místnost by měly obsahovat alespoň jeden ovládací prvek, umístění jako normální vypínače dle ČSN 33 2130 ed. 3
- Pro každé zvonkové tlačítko je potřeba dovézt samostatný komunikační kabel do rozvaděče nebo místa instalace prvku, který ovládá – např LED zdroj v podhledu

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např. **WL_B1.R1.T1** – Sběrnice BUS, větev 1, z rozvaděče R1, koncový prvek tlačítko 1

- Koncové prvky se montují do instalačních krabic po dokončení omítek a výmalby nebo do připraveného nábytku dle pokynů výrobce

Příklady:



Obrázek 70 Příklad umístění sběrnicových prvků u topologe sběrnice

Pozn.: PR – senzor přítomnost (presence sensor) – typicky PIR, mikrovlna, kombinovaný senzor

SM – detektor kouře (smoke detector) – typicky optický, teplotní a termodiferenciální nebo kombinovaný

3.5 Domácí spotřebiče

- Ostatní domácí spotřebiče, které nejsou součástí technologických celků, jako kuchyňské spotřebiče malých výkonů a spotřební elektronika se až na výjimky připojují pohyblivými přívody do zásuvek umístěných na společném okruhu viz 3.2.
- Pro ostatní spotřebiče se zřizují samostatné zásuvky
- Pro některé spotřebiče se chystají jen kabelové vývody a připojují se na pevno – nepohyblivé přívody

Obrázek 71 Domácí spotřebiče

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
  Jističe 3f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA – nemusí být vždy
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5 nebo CYKY 5x2,5

Požadavky a doporučení pro projektování:

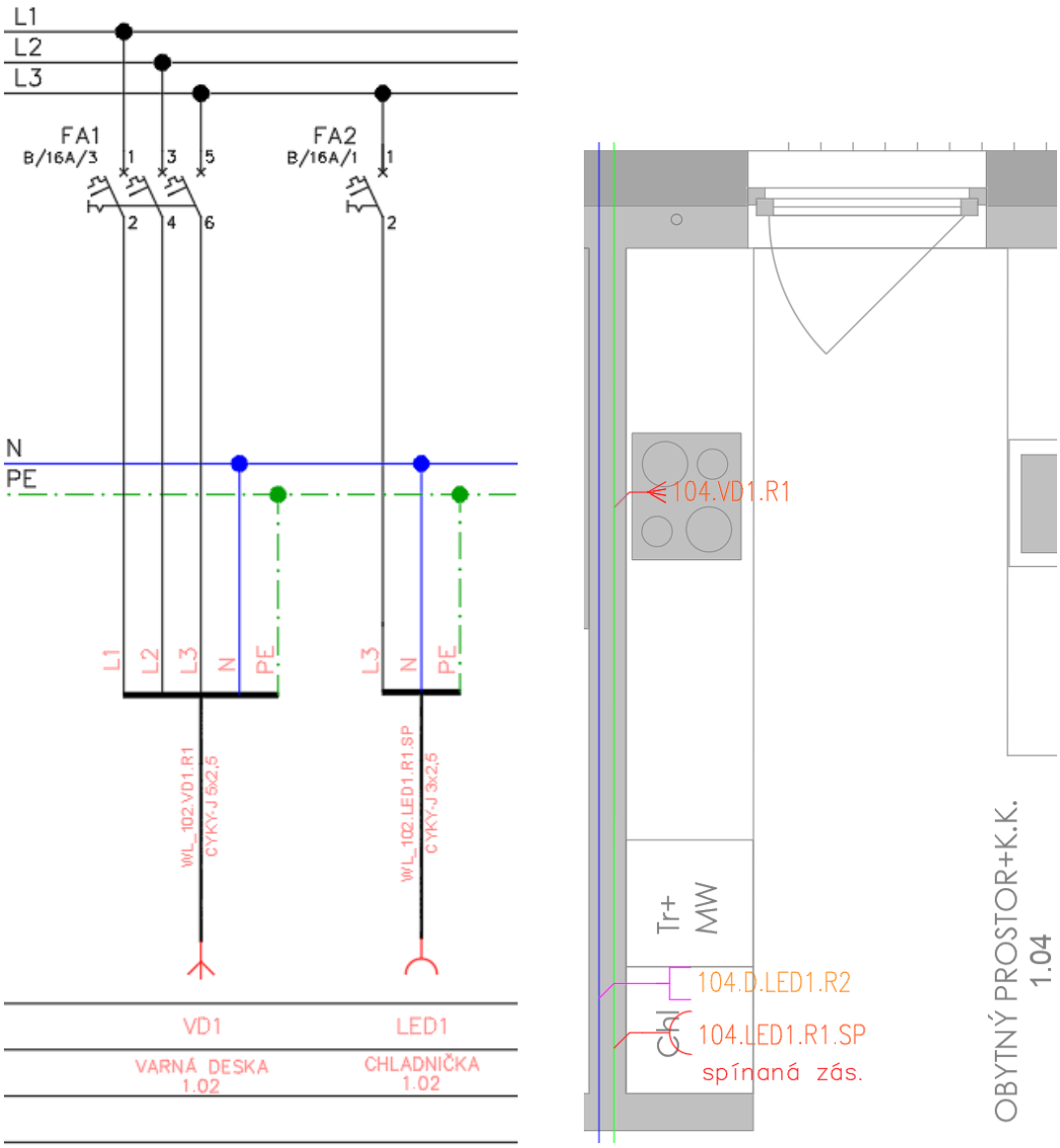
- Pro kombinovanou chladničku, zabudovanou troubu, zabudovanou mikrovlnku a mrazničku se zřizuje samostatná zásuvka, která nemusí být opatřena proudovým chráničem
- Pro myčku, pračku a sušičku se zřizuje samostatná zásuvka, která by měla opatřena doplňkovou ochranou proudovým chráničem
- Spotřebiče umístěné v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701: Elektrická instalace budov – Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou musí být opatřena doplňkovou ochranou proudovým chráničem
- Pro varné desky se zřizuje tří fázový 16A přívod, který nemusí být opatřen proudovým chráničem
- Pro citlivou elektroniku, jako osobní počítače, notebooky a televize, je vhodné instalovat zásuvky s přepěťovou ochranou třetího stupně
- Je vhodné, aby bylo možné zásuvky vyhrazené pro spotřebiče jako chladnička, mrazák, trouba a televize spínat, pomocí smart house sytému a měřit jejich spotřebu
- Pro některé smart spotřebiče je vhodné také kromě silového napájecího kabelu přivézt kabel datový, pro spolehlivou komunikaci se smart house systémem – možnost připojení udává výrobce

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.LED1.R1.SP** – místnost 102, zásuvka pro lednici, z rozvaděče R1, spínaná zásuvka

- Pro spotřebiče jako pračka myčka a některé chladničky s výrobou ledu je potřeba také zřídit přívod vody s kohoutkem se šroubením na přívodní hadici a odpad
- Koncové prvky (zásuvky) se montují do instalačních krabic po dokončení omítek a výmalby
- Spotřebiče s pevnými přívody se instalují dle návodu výrobce

Příklady:



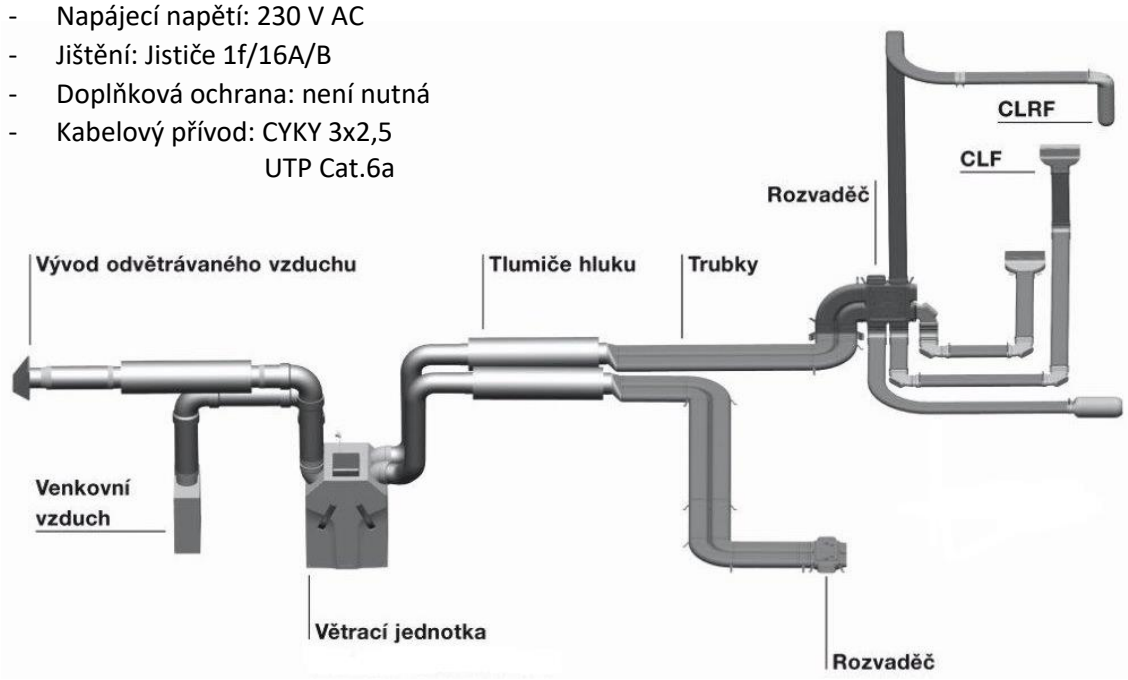
Obrázek 72 Příklad vývodů pro varnou desku a chladničku s pevným připojením k internetu

3.6 Vzduchotechnická jednotka se ZZT

- Pro návrh větracího systému je potřeba si opatřit půdorysy, řezy, zjistit účely místností a běžný počet uživatelů RD
- Dle vyhlášky 268/2009 Sb. musí být při pobytu osob zajištěno minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 $m^3 \cdot h^{-1}$ na osobu nebo minimální intenzita větrání 0,5 h^{-1}
- Ukazatel kvality vnitřního prostředí je koncentrace CO_2 – nesmí překročit hranici 1500 ppm

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: není nutná
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5
  UTP Cat.6a



Obrázek 73 Příklad rozvodu VZT [47]

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Samotná vzduchotechnická jednotka je nejčastěji umísťována do technické místnost, do podhledu nebo na zeď, v obou případech montáže je potřeba zajistit mezi stropem a podhledem dostatek místa pro vedení vzduchotechnického potrubí, rozdělovacích boxů nebo jednotky, prostorová rezerva se pohybuje mezi 20 a 30 cm
- Potrubí prostupující ven z budovy je potřeba opatřit tlumiči hluku
- Požadavky pro stanovení výkonu VZT jednotky stanovuje norma ČSN EN 15251 a ČSN EN 15 665 viz Tabulka 4
- Volit jednotku s variabilním průtokem, možností zónového větrání a možností integrace do smarthouse (vysvětleno v kapitole 2.2.1)
- Klapky zónového větrání jsou napájeny a ovládány přes VZT jednotku
- Přídavné jednotky pro ohřev/chlazení potřebují samostatné napájení a komunikují s hlavní VZT jednotkou, pokud jsou založeny na principu TČ potřebují připravit trubky pro chladivový obvod – pozor na max výškový rozdíl vnitřní a vnější jednotky, bývá 10-20 m a min a max délku chladivového okruhu (např min. 5 m, max 25 m), el. přívody jsou realizovány jako pevné
- Pro venkovní jednotku TČ dotáhnout PE vodič pro ochranné pospojení dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (např CYA 6 mm^2)

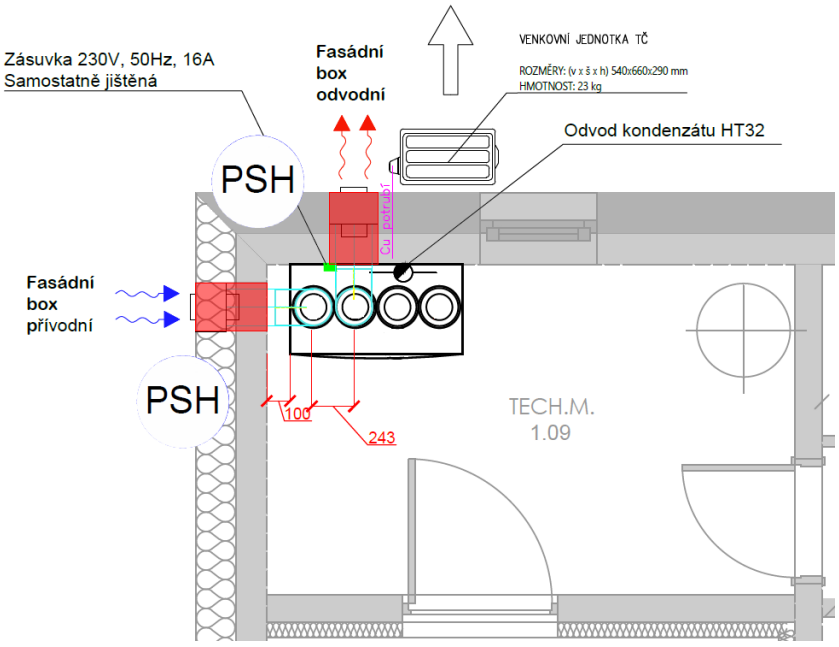
Tabulka 4 Požadavky na výkon větrání dle ČSN převzato z [47]

Požadavky na výkon větrání		Dle obsazenosti místnosti		Dle osob	Dle typu místnosti		
České státní normy, doporučené pro stanovení výkonu větrání		**Intenzita větrání neobsazené místnosti** $(m^3 \cdot h^{-1})$	**Intenzita větrání obsazené místnosti** $(m^3 \cdot h^{-1})$	**Výkon větrání na 1 osobu** $(m^3 \cdot h^{-1})$	**Odvod vzduchu* doporučený pro kuchyně** $(m^3 \cdot h^{-1})$	**Odvod vzduchu* doporučený pro koupelnu** $(m^3 \cdot h^{-1})$	**Odvod vzduchu* doporučený pro WC** $(m^3 \cdot h^{-1})$
ČSN EN 15665	Minimální hodnota	0,3	0,3	15	100	50	25
	Doporučená hodnota		0,5	25	150	90	50
ČSN EN 15251	1. třída	0,1–0,2	0,7	36	100	72	50
	2. třída		0,6	**25**	**72**	**54**	**36**
	3. třída		**0,5**	15	50	36	25

* **Rovnoměrná výměna vzduchu** = Množství odváděného vzduchu (z kuchyně, koupelny a WC) musí být vždy v rovnováze s množstvím přiváděného vzduchu (do obývacího pokoje, ložnice, dětských pokojů)!

Modře zvýrazněné – obvyklé používané parametry pro výpočet výkonu. Nejvyšším požadavkem větrání je zpravidla požadavek dle typu místnosti.

- Nasávání a výfuk vzduchu nesmí být umístěny vedle sebe, ideální je umístění na jiném rohu budovy, nasávání by nemělo být a jižní nebo severní straně budovy, k jednotce je nutno přichystat odpadní potrubí pro odvod kondenzátu



Obrázek 74 Příklad umístění VZT se ZZT

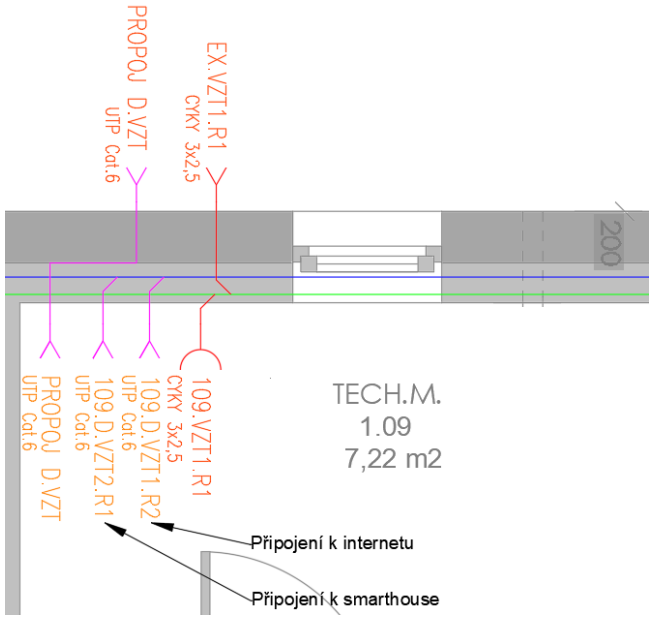
- Trasy VZT jsou nejčastěji realizovány z EPP potrubí a flexi potrubí vedeného pod stropem, u flexi potrubí je potřeba se vyhnout vedení pod nezateplenou střechou z důvodu kondenzace vodních par, trasy a prostupy je vhodné vyznačit v PD

- Pro uživatelské ovládání VTZ se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace

Stavební připravenost a fáze stavby:

- V případě lití ŽB stropu nebo zdužujícího věnce je potřeba prostupy připravit předem nebo následně jádrovou vrtačkou, u dřevostaveb je možnost prostupy dodatečně vyřezat
- Rozvody VZT a chladiva kabeláž se realizují ve fázi hrubé stavby
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Prostupy skrz fasádu je potřeba řádně zaizolovat a realizovat dle nařízení platné legislativy (stavební zákon) a norem (soubor ČSN 73)
- Trubky chladivového okruhu musí být opatřeny dostatečnou tepelnou izolací
- Při montáži rozvodů a jednotky VZT musí být prvky chráněny před vnikem prachu a vlhkosti
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.VZT1.R1** – místnost 102, vývod pro VZT jednotku z rozvaděče R1
- Koncové prvky se montují po dokončení omítek a výmalby dle pokynů výrobce

Příklady:



Obrázek 75 Příklad kabeláže pro VZT jednotku se ZZT a chladícím modulem

3.7 Okna s elektrickým pohonem

- Okna s el. pohonem mají vlastní řídicí jednotky a komunikace je drátová nebo bezdrátová
- Nejčastěji střešní nebo velká okna

Obrázek 76 Střešní okno s el. otevíráním

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/10A/B
- Doplňková ochrana: není nutná
- Kabelový přívod: CYKY 3x1,5
  UTP Cat.6a

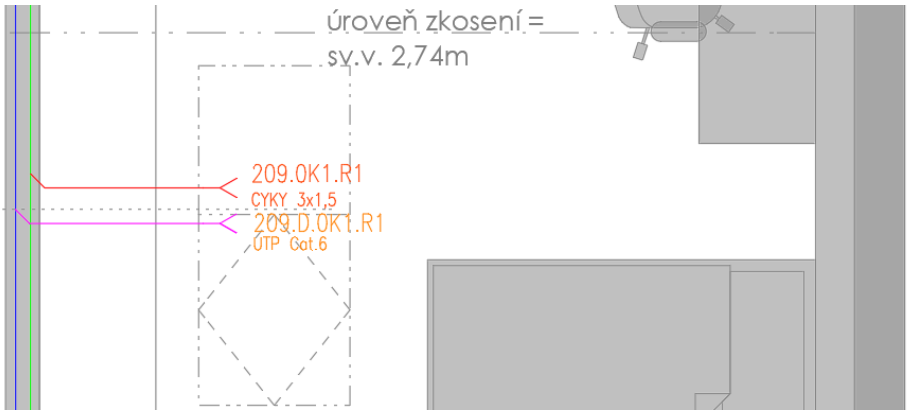
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Nutno zajistit ovládání známým komunikačním protokolem nebo přes bezpotenciálové kontakty
- Na jeden jistič typicky max 10 motorů – součet příkonů cca 2 kW, kabel je možno smyčkovat
- Pro drátovou komunikaci k řídicí jednotce/motoru UTP Cat.6a
- Pro uživatelské ovládání VTZ se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.OK1.R1** – místnost 102, Okno č.1, z rozvaděče R1
- Napájení motorů se připojuje po osazení oken před finalizací pohledových povrchů montují dle pokynů výrobce

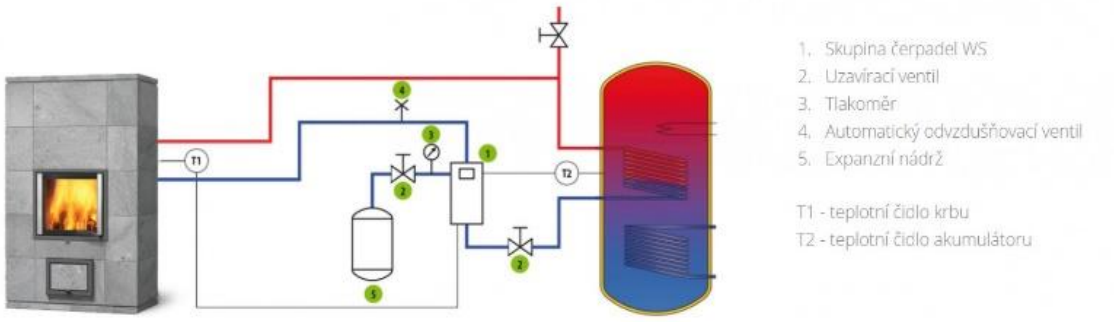
Příklady:



Obrázek 77 Příklad kabeláže pro elektricky ovládané střešní okno

3.8 Krbová kamna s elektronickým řízením a napojením na teplovodní výměník

- Krbová kamna umožňující automatický chod na peletky



Obrázek 78 Příklad připojení krbových kamen s automatickou regulací na teplovodní výměník

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/10A/B
- Doplňková ochrana: není potřeba
- Kabelový přívod: CYKY 3x1,5
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

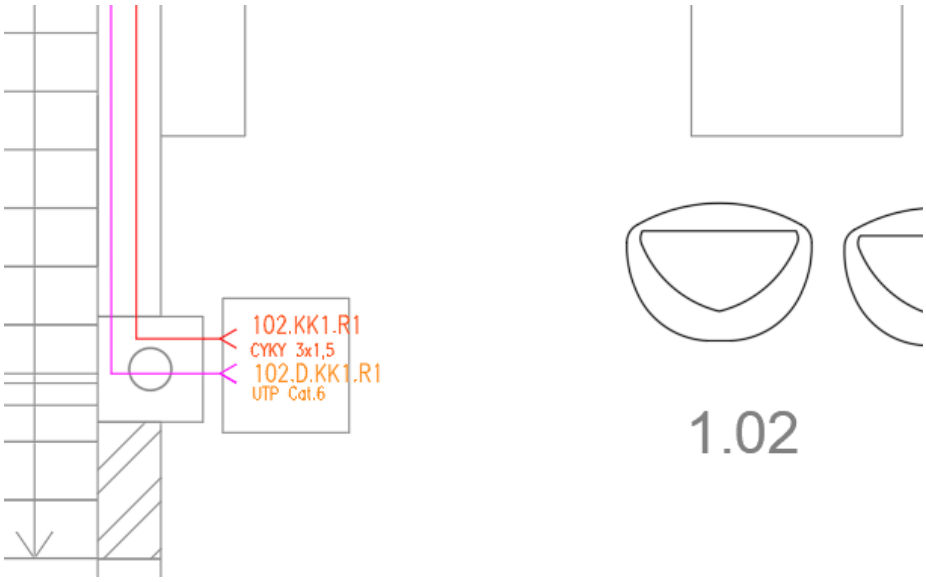
- Napájení pevným přívodem kabelem CYKY 3x1,5, komunikace pomocí standardizovaného protokolu, buď připojen k domácí síť (drát/bezdrát) nebo Modbus
- Nutné připravit trubky pro připojení k teplovodnímu výměníku – nejčastěji měď ⌀ 12-15 mm
- Zhotovení komínu a jeho napojení kouřovodu podléhá normám ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv a ČSN EN 1443 Komíny – Obecné požadavky
- Nutné zajistit požadované množství čerstvého vzduchu pro spalování – bývá řešeno vzduchovodem z exteriéru – zajistit přívodní potrubí v požadované výšce
- Tato zařízení jsou velice specifická, nelze k nim přistupovat čistě obecně, nutno dopředu zjistit, jaké zařízení bude instalováno
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž a trubky pro připojení se tahají ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu
- Trubky musí být opatřeny dostatečnou tepelnou izolací

- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.KK1.R1** – místnost 102, krbová kamna 1, z rozvaděče R1
- Komín a odvod spalin se provádí ve fázi hrubé stavby dle požadavků ČSN 73 4201 a ČSN EN 1443
- Trubky musí být opatřeny dostatečnou tepelnou izolací
- Prostupy skrz fasádu a střechu je potřeba řádně zaizolovat a realizovat dle nařízení platné legislativy (stavební zákon) a norem (soubor ČSN 73)
- Montáž kamen a zařízení s ním souvisejících je provedena dle pokynů výrobce a musí být koordinována s ostatními profesemi

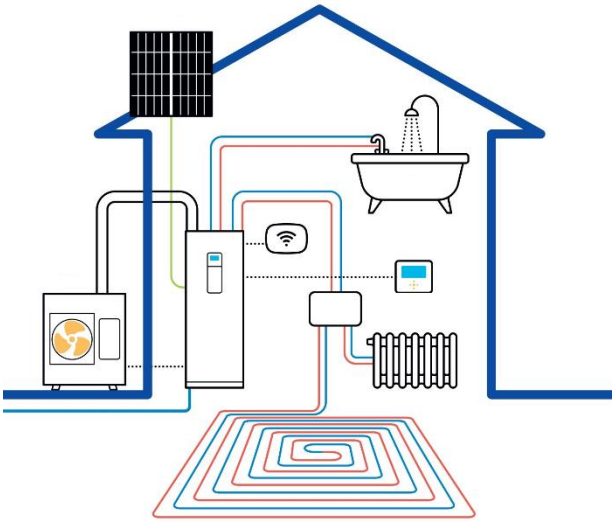
Příklady:



Obrázek 79 Příklad kabeláže pro elektronicky ovládaná krbová kamna

3.9 Tepelné čerpadlo

- Tepelná čerpadla mají nejčastěji 2 oddělené jednotky, vnější a vnitřní, propojené chladivovým okruhem, napájecím a komunikačním kabelem
- Jsou dnes vybavena sofistikovaným řídicím systémem a umožňují propojení a komunikaci s ostatními technologiemi nebo smart house systémem
- Pro RD s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění/chlazení se instalují TČ malých výkonů s 1f napájením
- Nejběžnějším typem TČ je vzduch-voda a země-voda s plošným kolektorem



Obrázek 80 Teplovodní otopná soustava

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 400 V AC
- Jištění: Jističe 3f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA typ A nebo A+
- Kabelový přívod: CYKY 5x2,5 – záleží na výkonu, bývá i větší
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Venkovní jednotka by měla být umístěna tak, aby 2 m od fasády (chráněný prostor stavby) nebyl hluk vyšší než 50 dB(A) a v noci 40 dB(A) dle zákona č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví, jednotka by měla být umístěna min 30 cm od fasády, musí být před mí volný prostor a musí být místěna na podstavci, zároveň není vhodné jednotku umísťovat na severní straně objektu

- TČ je velmi specifické zařízení, nelze k němu přistupovat zcela obecně, kabeláž pro se volí dle požadavků výrobce, nejčastěji k venkovní jednotce vedou 3 kabely – napájení ventilátoru, napájení zámrazové ochrany a komunikace

- Topný výkon TČ se volí v rozmezí 80-90 % pokrytí výpočtových tepelných ztrát RD dle PENB, zbylé ztráty potom pokrývá bivalentní zdroj

- TČ s plynulou regulací výkonu nepotřebují akumulační nádobu a zabírají tedy méně místa v technické místnosti

- Důležité je volit takové TČ, které umožňuje oboustrannou komunikaci mezi vlastním ŘS s systémem chytré domácnosti, je lepší připravit **2 kabely UTP Cat.6a** (komunikace pro RS 485 a po TCP/IP) – silnoproudý/technologický rozvaděč a slaboproudý (RACK) bývají odděleny

- Pro venkovní jednotku je potřeba zajistit trubky pro chladivový okruh a vnitřní jednotku připojit k otopné soustavě

- Pro venkovní jednotku TČ dotáhnout PE vodič pro ochranné pospojení dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (např CYA 6 mm^2)

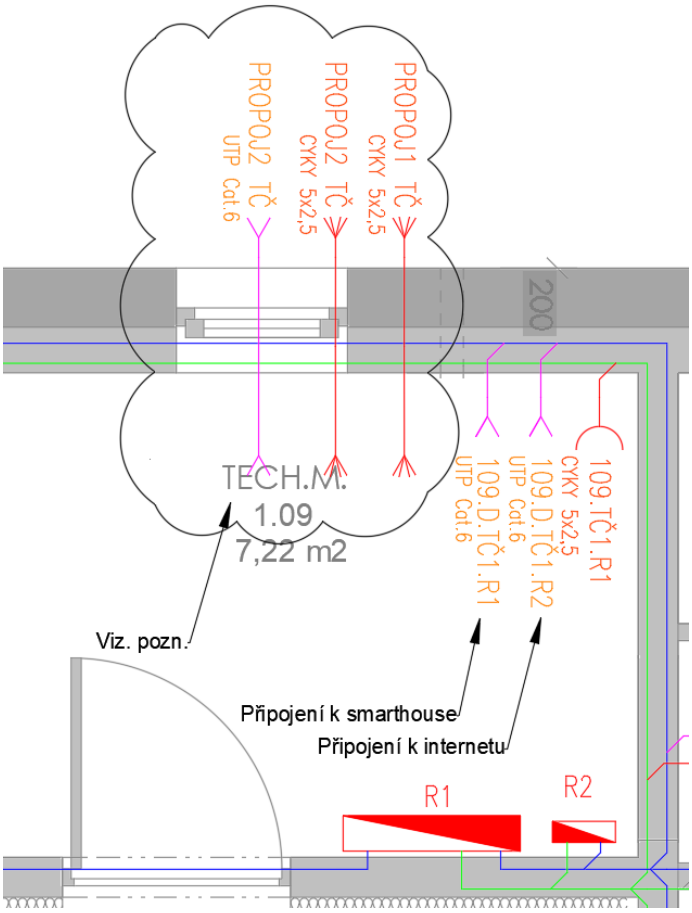
Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.TČ1.R1** – místnost 102, tepelné čerpadlo 1, z rozvaděče R1
- Trubky musí být opatřeny dostatečnou tepelnou izolací
- Prostupy skrz fasádu je potřeba řádně zaizolovat a realizovat dle nařízení platné legislativy (stavební zákon) a norem (soubor ČSN 73)
- Venkovní jednotka je obecně montována na vyvýšený základ, pod jednotkou je potřeba zřídit drenáž pro vsak kondenzátu

Příklady:

Pozn: Kabelová příprava pro propoj vnitřní a venkovní jednotky je čistě názorná, záleží na typu čerpadla a požadavcích výrobce.

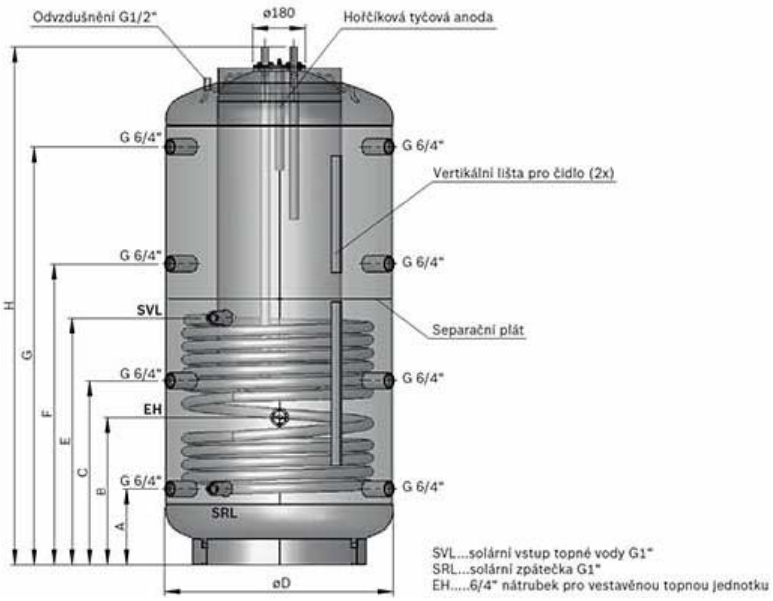
Je potřeba však na tuto kabeláž a chladivové trubky myslet a vhodně realizovat prostupy



Obrázek 81 Příklad kabelové přípravy pro TČ vzduch-voda

3.10 Akumulační nádoba

- Prvek spojující všechny zdroje pro teplovodní vytápění s otopnou soustavou a přípravou TUV
- Akumulační nádoby se používají při instalaci fototermických panelů a jiného zdroje tepla (TČ, krbová kamna)
- Vlivem přirozené stratifikace teplé vody lze nádobu využít vytápění i pro přípravu teplé vody



Obrázek 82 Akumulační nádoba

- Přebytky z FVE zle ukládat pomocí topného tělesa do teplé vody

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 400 V AC (topná patrona)
- Jištění: Jističe 3f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA pokud se nachází v zóně 1,2 dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 5x2,5
  JYSTY 2x2x0,8 nebo UTP Cat.6

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Aku. nádoba se typicky umisťuje do technické místnosti a je potřeba pro ni připravit dostatek místa pro přístup k servisnímu otvoru a připojení teplovodní soustavy
- Velikost se volí dle použitých zdrojů tepla, standardní postup je 55 l na 1 kW tepelného výkonu, vzhledem možnosti ukládání přebytků z FVE je vhodné volit nádoby o objemu min. 1000 l
- Pro lepší využití FVE je potřeba voli 3f topnou patronu, řízení ukládaní přebytků v FVE však není zaběhlé řešení a jeho možnosti jsou teprve ve vývoji, je potřeba se při návrhu takového systému dobře informovat o jeho možnostech
- Nádrž se osazuje teplotními a tlakovými čidly – kabeláž bývá součástí dodávky čidel, jinak kabely JYSTY nebo UTP
- Pro **čerpadla** je potřeba napájecí a komunikační kabely **CYSY 3x1,5** a **JYSTY 2x2x0,8** nebo **UTP Cat.6**, pro směšovací armatury a ventily **CYSY 5x1,5**
- Pro akumulační nádobu s potřeba dotáhnout PE vodič pro ochranné pospojení dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (např CYA 6 mm^2)
- Pro připojení nádrže je potřeba připravit trubky a připojovací armatury teplovodního systému – nutno na návrhu spolupracovat s topenáři

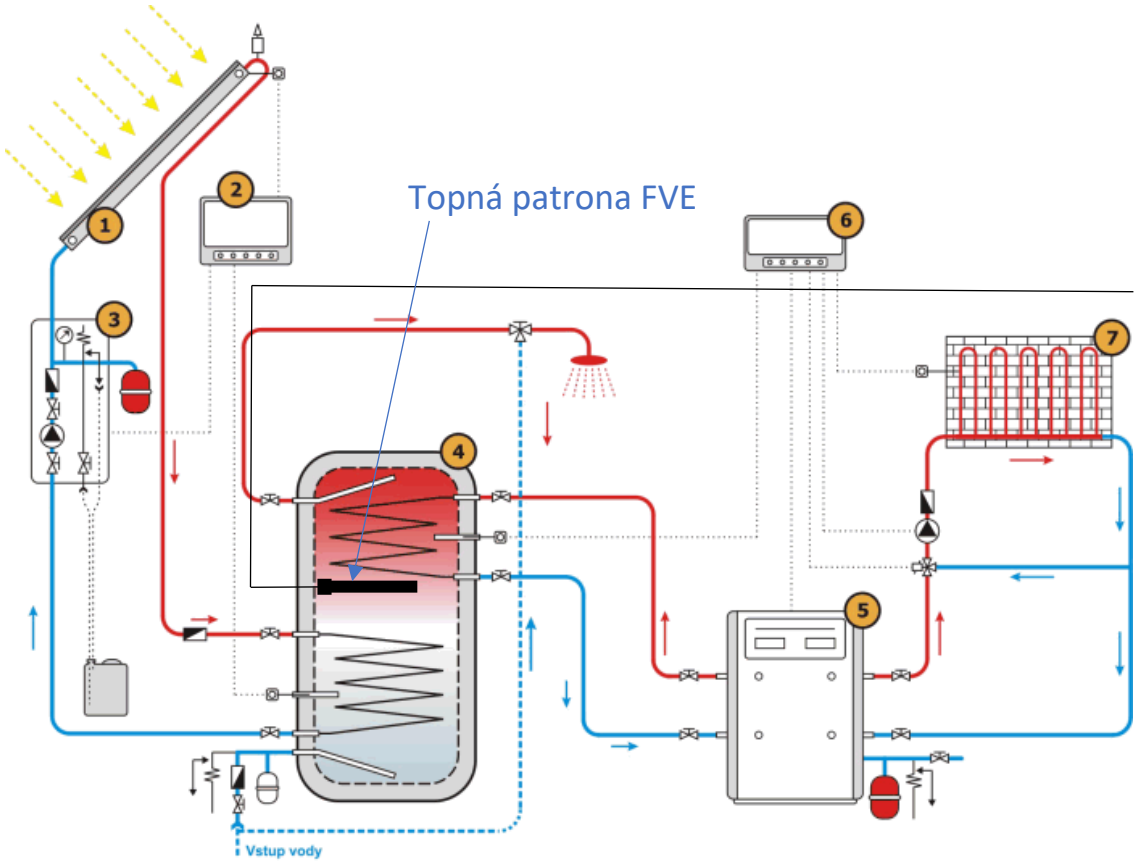
- Tepelné a TUV soustavy musí být navrženy a realizovány v souladu s normami ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž, ČSN 06 0320 Příprava teplé vody – Navrhování a projektování a souborem norem ČSN EN 1264 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy
- Fototermické systémy jsou opatřeny vlastními regulátory, je potřeba zajistit možnosti komunikace se smarthouse systémem, nejčastěji RS485 – kabely JYSTY nebo UTP

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.AKU1.FVE** – místnost 102, topná patrona aku. nádrže, z rozvaděče FVE
- Instalaci kabelů pro senzory je potřeba koordinovat s montáží zdrojů tepla otopné soustavy a akumulační nádrže
- Trubky musí být opatřeny dostatečnou tepelnou izolací
- Prostupy skrz fasádu a střechu je potřeba řádně zaizolovat a realizovat dle nařízení platné legislativy (stavební zákon) a norem (soubor ČSN 73)

Příklady:

1 – FT kolektor
2 – Regulátor FT systému
3 – Čerpadlová stanice
4 – Akumulační nádrž
5 – Zdroj tepla (TČ, kamna na biomasu)
6 – Regulátor zdroje tepla
7- Otopná soustava



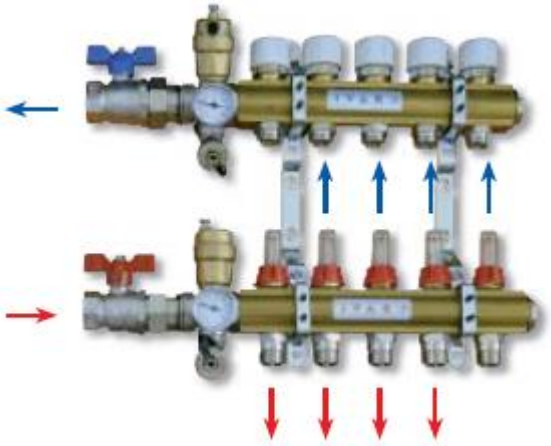
Obrázek 83 Příklad topologie akumulační nádrže s více zdroji tepla a ukládáním přebytků z FVE

- Pro senzory kabely JYSTY nebo UTP
- Pro prvky 2, 3, 6, napájecí kabely CYKY 3x1,5 a komunikační UTP cat.6
- Pro topnou patronu kabel CYSY 5x2,5
- Pro elektromechanicky ovládané ventily a armatury CYSY 5x2,5

Poznámka z praxe: Je lepší natáhnout kabel s více žilami a více kabelů, než je třeba než dodatečně sekat drážky na kabely nové.

3.11 Termoregulační rozdělovač a termostatické hlavice

- Rozdělovače jsou umístěny v technických místnostech nebo výklencích se servisními dvířky, např u schodiště pro každé patro, používají se pro napojení teplovodních hadů
- Osazují se na ně elektronicky ovládané drátové nebo bezdrátové hlavice, popřípadě senzory pro měření teploty přívodu a zpátečky
- Hlavice se osazují i na otopná tělesa a teplovodními konvektory



Obrázek 84 Termoregulační rozdělovač

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 24 V DC
- Jištění: Jističe/pojistky 1-2A/C
- Doplňková ochrana: SELV, PELV
- Kabelový přívod: UTP Cat.6a, JYSTY

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Hlavice s ovládáním 0-10 V – Samostatný kabel pro každou hlavici např. JYSTY 1x2x08 nebo mnohožilový kabel podle počtu ovládaných okruhů na rozdělovači např. pro 7 topných okruhů (7 elektromechanických hlavic) kabel JYSTY 4x2x0,8 (spínání proti společné zemi).

- Hlavice sběrnicové – Kabel UTP Cat.6a nebo JYSTY 2x2x0,8 – ideálně na samostatnou větev

- Hlavice bezdrátové – Není potřeba žádná kabeláž, mohou však nastat problémy se signálem

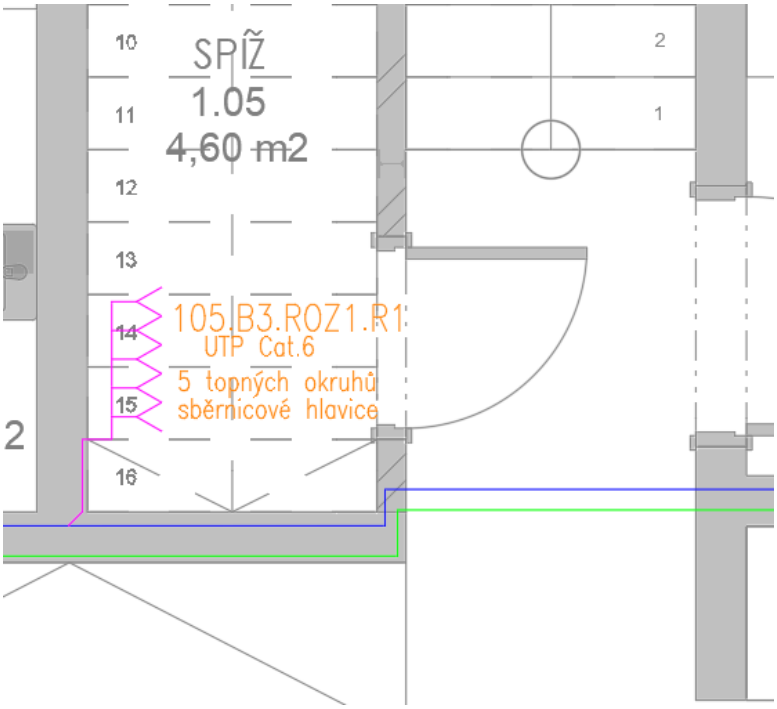
- Pro rozdělovače je potřeba dotáhnout PE vodič pro ochranné pospojení dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (např CYA 6 mm^2)

- Čidla teploty – Kabel UTP Cat.6a nebo JYSTY 2x2x0,8

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_103.B3.ROZ1.R1.** – Sběrnice větev 3, pro rozdělovač 1, z rozvaděče R1
- Rozdělovače se montují po dokončení podlah s teplovodní otopnou soustavou, je potřeba je chránit před vnikem nečistot

Příklady:



Obrázek 85 Příklad kabelové přípravy pro termoregulační rozdělovač

3.12 Elektrické sálavé panely

- Sálavé panely jsou přímotopné elektrické spotřebiče, které se montují na zdi a stropy
- Nejčastěji se využívají v pasivních RD a téměř pasivních domech pro pokrytí malé tepelné ztráty
- Vhodné jako doplňkový zdroj tepla

Obrázek 86 Elektrický sálavý panel

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA – v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5

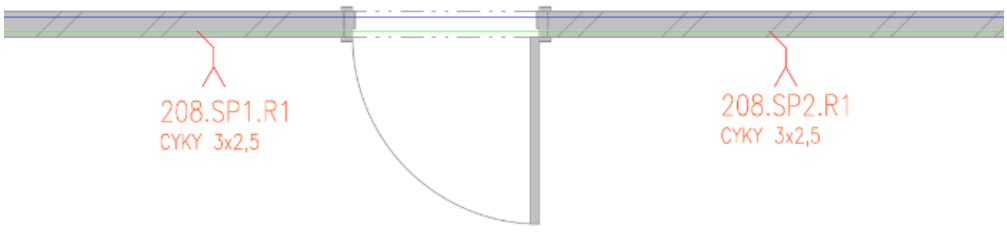
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Intenzita osálání nesmí překročit hodnotu 200 W/m^2, dle praktických zkušeností by pro domácnosti tato hodnota neměla přesáhnout 100 W/m^2 [19], [48]
- Napájení a ovládání přes reléové moduly v rozvaděči, které spíná smarthouse, k panelům musí být připojené teplotní čidlo, nezávislé na napájení, které je schopno přerušit napájení panelu [19]
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku tepla
- Pro každý panel je lepší navrhnout samostatný kabelový přívod z rozvaděče

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.SP1.R1.** – místnost 102, Sálavý panel 1, z rozvaděče R1
- Koncové prvky se montují po dokončení omítek a výmalby dle pokynů výrobce

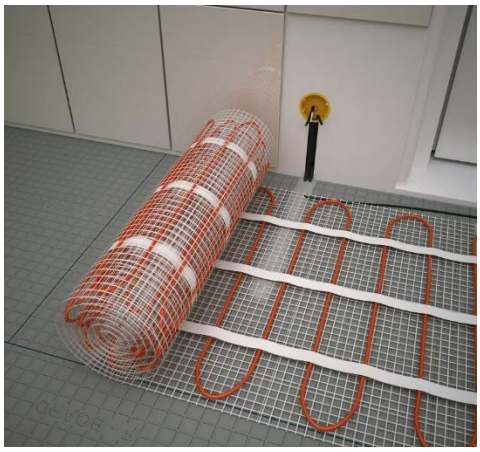
Příklady:



Obrázek 87 Příklad kabelových vývodů pro sálavé panely

3.13 Elektrické topné rohože, kabely a fólie

- Tyto systémy se používají jako alternativa k teplovodnímu podlahovému systému
- Obecně je jejich instalace levnější a jejich regulace je dynamičtější, vhodné pro RD s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění nebo kde je požadován rychlý nátop s dlouhou dobou útlumu
- V některých případech se používají i pro stropní a stěnové vytápění, princip napájení je však stejný



Obrázek 88 Pokládka topné rohože

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16(10)A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA - v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5(1,5)
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

- Při návrhu otopné plochy se respektuje celková tepelná ztráta místnosti, případně ztráta, která není pokrytá jiným zdrojem tepla, určení a charakter vytápěného prostoru (obývací pokoj, koupelna, ložnice apod.), provozní režim užívání místnosti (trvalý, občasný atd.) dispoziční velikost podlahové plochy
- Pro přímotopné systémy se rohože/kabely/fólie kladou přímo na tepelně izolační vrstvu a zalijí se krycí vrstvou nivelační hmoty a položí se nášlapná vrstva, místo nivelační hmoty lze použít sádrovláknité desky (tzv. suchá pokládka), hustota izolačních materiálů má být 20 kg/m^3 a stlačitelnost nesmí překročit 5 mm, tepelný odpor podlahové krytiny musí vyhovovat požadavku R ≤ 0,15 m^2·K·W^{-1} [19], [48]
- Dimenzování přívodního kabelu zpravidla – **podlahová plocha <10 m^2: CYKY 3x1,5**, **podlahová plocha >10 m^2: CYKY 3x2,5** [19], [48]
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku tepla
- Prvky s prostorovými senzory teploty se umisťují do míst, kde snímač neovlivňují nežádoucí vlivy – nadměrné proudění vzduchu, nadměrně ochlazovaná montážní plocha, přímý sluneční osvit
- Každý topný okruh musí být opatřen čidlem podlahové teploty, čidlo se umístí do chráničky mezi dva topné kabely/pásy fólie, konec trubky se utěsní, aby se zabránilo vniknutí zalévací směsi. Přívodní kabel čidla se vyvede to elektroinstalační krabice, kde je projektován termostat/ovládací prvek chytré domácnosti [19], [48]
- Střední povrchová teplota podlahové otopné plochy nemá z fyziologických důvodů překročit hodnotu: t_P = 27 až 28 °C u místností pro trvalý pobyt, 30 až 32 °C předsíně, chodby, schodiště, 32 až 34 °C wellness, koupelny [48]
- Přívodní flexibilní vodiče rohoží/kabelů/fólií musí být chráničkou vyveden do elektroinstalační krabice, kde se připojí za napájecí kabel, je vhodné používat KPR68

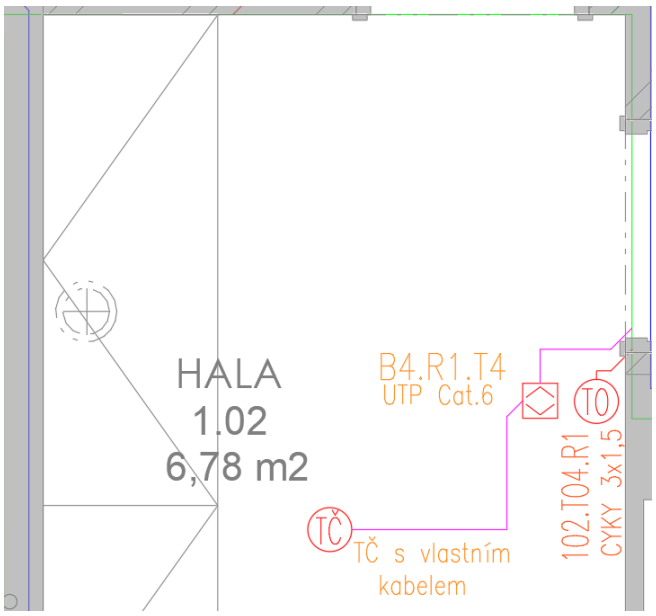
před toto propojení umístit zásuvkový vývod – pozor různé okruhy musí být odděleny přepážkou nebo pro spoje vodičů použity WAGO svorky typu 221 [19]

- Kabelové přívody se tahají hvězdicově z rozvaděče, spínání pomocí reléových modulů smarthouse systému
- U instalace tohoto systému v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701 ed.2je potřeba realizovat doplňující pospojení dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3
- V případě umístění elektrického podlahového topení do sprchového koutu je potřeba přívod chránit **proudovým chráničem 10 mA** [19]

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.TO1.R1.** – místnost 102, topný okruh 1, z rozvaděče R1
- Realizace podlah začíná po dokončení omítek pokládkou hydroizolace tepelné a izolace, na ni se umístí topný systém a roznášecí vrstva.
- V případě mokré pokládky je možno uskutečnit topnou zkoušku po 21 dnech [19], [48]

Příklady:

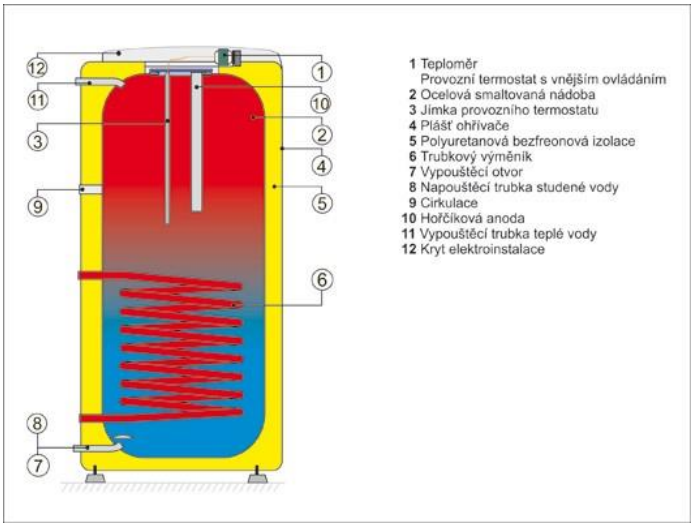


Obrázek 89 Příklad kabelové přípravy pro el podlahové topení

Pozn.: Elektroinstalační krabice pro propoj napájení TO je ve výšce zásuvek, sběrnicové tlačítko ve výšce vypínačů, je zde připojeno i teplotní čidlo

3.14 Bojler s topnou patronou

- Klasické bojlery opatřené vlastním řídicím systémem, některé umožňují připojení dalšího zdroje tepla nejčastěji FT panely (Obrázek 90)



Obrázek 90 Bojler s topnou patronou a možností připojení dalšího zdroje

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA - v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5
  UTP Cat.6a

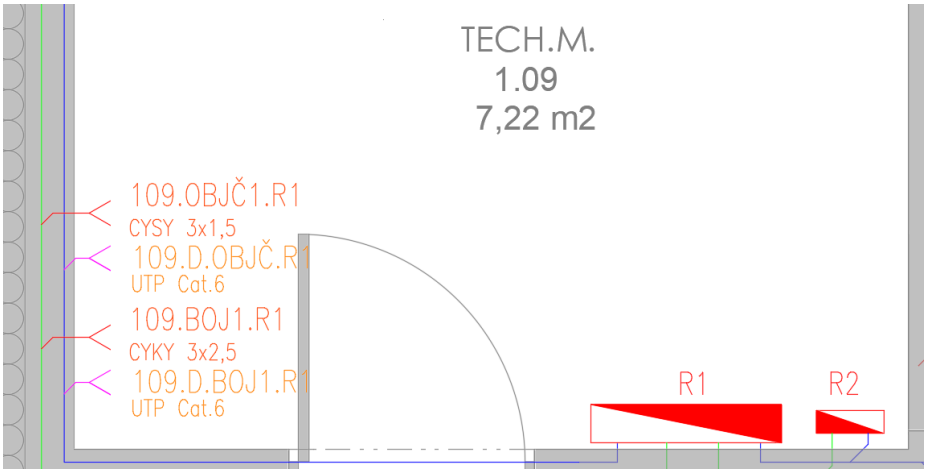
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Velikost bojleru pro RD bývá typicky v rozmezí 150 až 300 l, stanovuje dle ČSN EN 15316-3-1 (Specifická potřeba teplé vody na den na osobu pro RD je 40 až 50 l)
- Pro připojení k smarthouse systému je lepší upřednostnit drátovou komunikaci – UTP Cat.6a
- Bojler se typicky napájen jednofázově samostatným vývodem s 16A jištěním a kabelem CYKY 3x2,5
- Bojler se umisťuje spíše do technické místnosti než koupelny
- Rozvod teplé vody je vhodné realizovat s cirkulačním čerpadlem a čerpadlo připojit k smarthouse systému (vysvětleno v 2.2.4 na konci), pro čerpadlo CYSY 3x1,5 a UTP Cat.6a
- Pro bojler je potřeba připravit vodovodní trubky pro přívod studené, teplé a cirkulační vody

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž a vodovodní rozvod se realizuje ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže a umístění vývodů trubek
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.BOJ1.R1.** – místnost 102, bojler 1, z rozvaděče R1
- Vodovodní rozvod se realizuje dle požadavků ČSN EN 806
- Koncové prvky se montují po finalizaci omítek a výmalby dle montážního návodu

Příklady:



Obrázek 91 Příklad kabelové přípravy pro bojler a oběhové čerpadlo

3.15 Bojler s TČ pro přípravu TUV

- TČ vzduch-voda, které slouží ke stejnému účelu jako klasický bojler, obecně má vyšší pořizovací náklady a třetinové provozní náklady
- Umístění je nejlepší v technické místnosti

Obrázek 92 TČ pro přípravu TUV s možností připojení TF systému

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5
  UTP Cat.6a

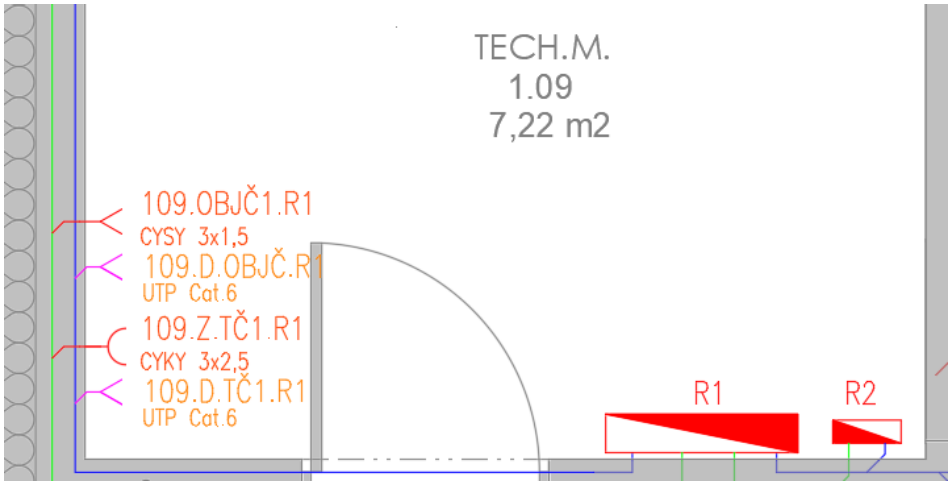
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Velikost pro RD bývá typicky v rozmezí 200 až 300 l – volí se větší než klasické bojlery, protože nahřívá vodu na menší teplotu
- Pro připojení k smarthouse systému je lepší upřednostnit drátovou komunikaci – UTP Cat.6a
- TČ pro ohřev TUV je typicky napájeno jednofázově ze samostatné zásuvky s 16A jištěním a kabelem CYKY 3x2,5
- Volit jednotky s možností připojení venkovního vzduchu, jednotka využívající vnitřní vzduch není vhodná pro novostavby s velmi malou potřebou energie na vytápění
- Rozvod teplé vody je vhodné realizovat s cirkulačním čerpadlem a čerpadlo připojit k smarthouse systému (vysvětleno v 2.2.4 na konci), pro čerpadlo CYSY 3x1,5 a UTP Cat.6a
- Pro TČ je potřeba připravit vodovodní trubky pro přívod studené, teplé a cirkulační vody a prostupy pro vzduchové potrubí

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž a vodovodní rozvod se realizuje ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže a umístění vývodů trubek
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.Z.TČ.R1.** – místnost 102, zásuvka pro tepelné čerpadlo 1, z rozvaděče R1
- Vodovodní rozvod se realizuje dle požadavků ČSN EN 806
- stavební prostupy je třeba řádně utěsnit
- Koncové prvky se montují po finalizaci omítek a výmalby dle montážního návodu

Příklady:



Obrázek 93 Příklad kabelové přípravy pro TČ pro přípravu TUV a oběhové čerpadlo

3.16 Dílčí klimatizace – Multisplitová jednotka VRV

- Požívá se tehdy, pokud nejsme schopni dostatečně omezit tepelné zisky a VZT jednotka s chladícím modulem nejsou schopny odvádět tepelnou zátěž, ani intenzivní větrání venkovním vzduchem
- Skládá se z venkovní jednotky a vnitřních jednotek, které se umisťuji do obytných místností
- Vnitřní jednotky, např. fan coily obsahují výměník a ventilátor a mohou se připojovat i k vodnímu okruhu TČ

Obrázek 94 Multisplit jednotka

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC vnitřní jednotka, 400 V AC venkovní jednotka
- Jištění: Jističe 1f/16A/B a 3f/16A/B
- Doplňková ochrana: není nutná
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5 nebo CYKY 5x2,5
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

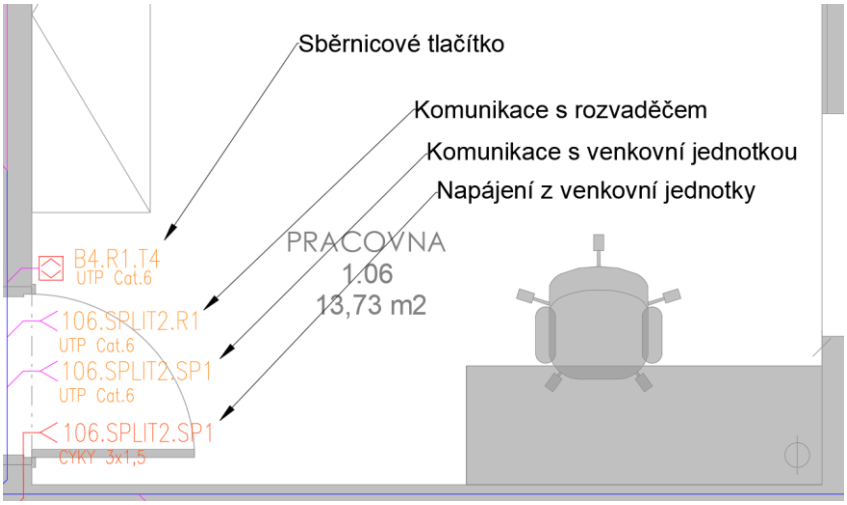
- Pro přibližný návrh celkového chladícího výkonu je potřeba znát půdorysnou plochu všech ochlazovaných prostorů (nejčastěji obývací pokoje, ložnice), kdy potřebný chladící výkon jednotky zhruba 80 W/m^2
- Podrobný návrh systému se provádí dle souboru norem ČSN EN 14511
- Vnitřní jednotky jsou s venkovní spojeny měděnými izolovanými trubkami chladivového okruhu, napájecím kabelem (např. CYKY 3x1,5) a komunikačním kabelem (např. UTP Cat.6a)
- K vnitřním jednotkám je potřeba připravit odpadní potrubí pro odvod kondenzátu (např. HT32) a případně další komunikační kabel z rozvaděče
- Venkovní jednotka je napájena ze silového rozvaděče, podle výkonu kabely CYKY 3x2,5 nebo CYKY 5x2,5 s 16A jištěním, komunikace se smarthouse systémem potom pomocí UTP Cat.6a
- Pro venkovní jednotku nutno dotáhnout PE vodič pro ochranné pospojení dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (např CYA 6 mm^2) a zajistit odvod kondenzátu, montáž je nejčastěji prováděna na konzoli na zeď nebo na podstavec
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku chladu

Stavební připravenost a fáze stavby:

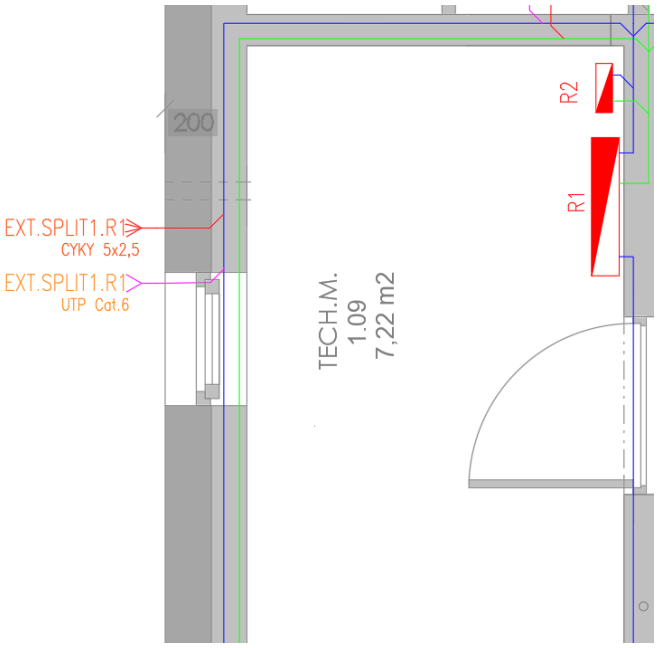
- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích

- Kabeláž, potrubí chlad. okruhu a odpad se realizuje ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_EXT.SPLIT1.R1.** – exteriér, Split jednotka 1, z rozvaděče R1
- Instalaci jednotlivých částí musltisplit systému je potřeba koordinovat s ostatními profesemi
- Montáž vnitřních jednotek je závislá na typu, zabudované jednotky se montují do SDK podhledu, před jeho finalizací, nástěnné jednotky se montují po finalizaci omítek a nátěrů dle požadavků výrobce
- Chladivový okruh musí být řádně zaizolován, aby nedošlo ke kondenzaci vodních par na jeho povrchu

Příklady:



Obrázek 95 Příklad přípravy kabeláže pro vnitřní multisplit jednotku



Obrázek 96 Příklad přípravy kabeláže pro venkovní jednotku

3.17 Žaluziové motory

- Motory tohoto typu se běžně využívají k pohonu žaluzií, rolet, závěsů a markýz
- Často využívají bezdrátové komunikace nebo přídavných komunikačních modulů

Obrázek 97 Žaluziový motor s konektorem

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/10A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA – v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 5x1,5

Požadavky a doporučení pro projektování:

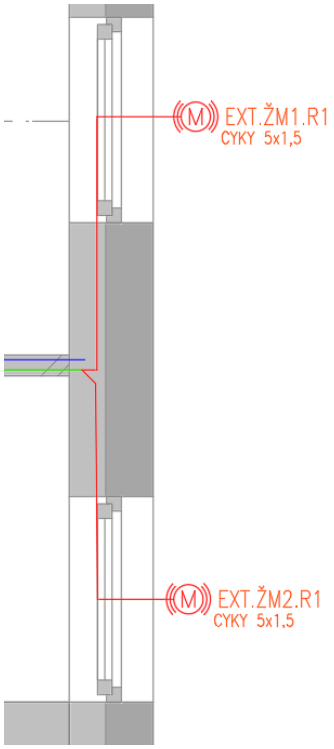
- Principiálně se vyskytují nejčastěji 2 možnosti ovládání:
    - **Žaluziové aktory** (součást inteligentní elektroinstalace) umístěné v rozvaděči – hvězdicový rozvod kabely CYKY 5x1,5
    - Motory mají zabudovaný **komunikační modul** (POZOR, ne všechny systémy jsou kompatibilní), nebo se k nim připojuje komunikační modul smarthouse systému – stačí motory prosmyčkovat kabelem CYKY 3x1,5 v takovém počtu, aby nebylo překročeno maximální zatížení jištěného obvodu, z pravidla 8-10 motorů na jeden jištěný obvod 10 A.
- Univerzální řešení pro napájení žaluziových motorů je, ke každému motoru přivézt kabel CYKY 5x1,5 hvězdicově z rozvaděče a jištění potom rozdělit podle proudového zatížení, v sázce je však ekonomičnost rozvodu
- Kabely motorů bývaní opatřeny tzv. hirschmann konektory
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku tepla/chladu, osvětlenosti a povětrnostních podmínek (vysvětleno v 2.2.2)

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_EXT.ŽM1.R1.** – Exteriér, zásuvkový okruh 3, z rozvaděče R1
- Venkovní motory bývají součástí dodávky žaluzií a jsou umístěny v žaluziových boxech, boxy se umisťují před fasádou
- Markýzy a vnitřní závěsy se nejčastěji montují po finalizaci pohledových povrchů

- Propojení elektrického nepájení musí být v souladu s vnějšími vlivy dle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 a mít dostatečné krytí (min. IP44)
- Montáž koncových prvků musí být v koordinaci s ostatními profesemi a provedena dle pokynů výrobce

Příklady:

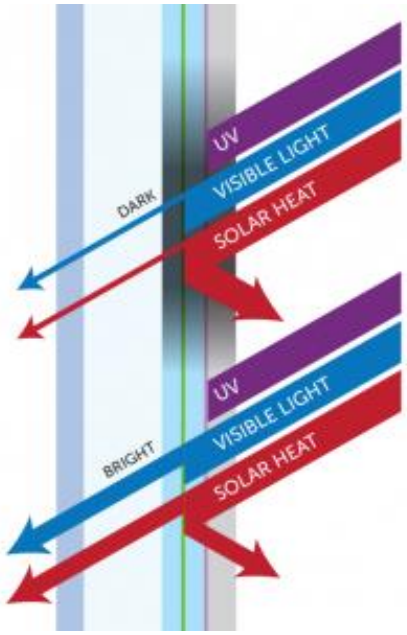


Obrázek 98 Příklad kabeláže pro žaluzie

Pozn.: Některé vnitřní motory pro závěsy, rolety a pod, umožňují i drátovou komunikaci, v závislosti na modelu je potom vhodné k nim připravit i komunikační kabel UTP Cat.6a

3.18 Okna s elektrochomickým zatmavováním

- Poměrně nová technologie, zatím do instalací rodinných domů moc nepronikla
- V luxusních RD mají využití spíše v koupelnách a pro zimní zahrady



Obrázek 99 Funkčnost elektrochromických oken

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/10A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA – v prostorách dle ČSN 33 2000-7-701
- Kabelový přívod: CYKY 3x1,5
  UTP Cat.6a

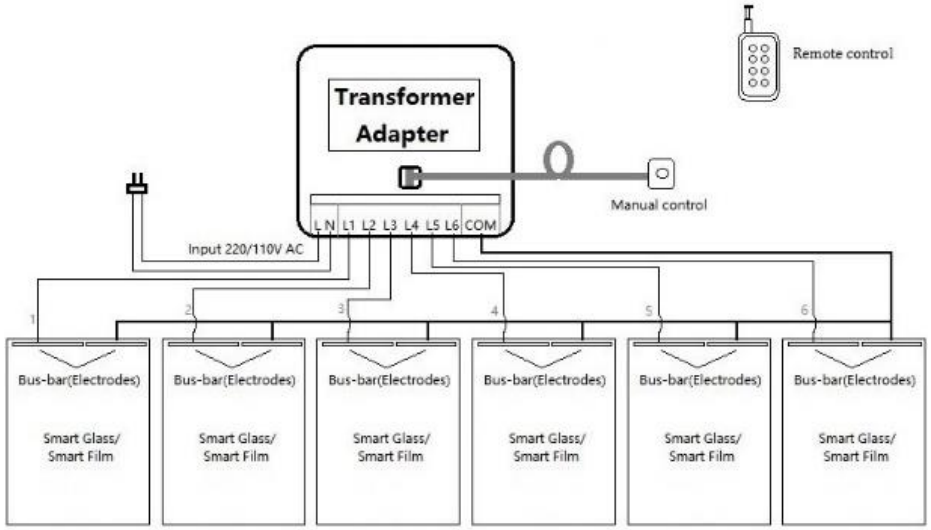
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Obecně je napájecí a řídicí modul elektrochromického skla napájen ze sítě AC/230V/50Hz, samotné sklo je napájeno bezpečným malým napětím, pro něj je potřeba k rámu okna provést kabelovou přípravu je formě např. CYSY 2x1,5 mm^2.
- Pro napájení a komunikaci CYKY 3x1,5 (možno smyčkovat pro více zdrojů) a UTP Cat.6a
- Zdroje je vhodné umisťovat do podhledů nebo nábytku – nutno zajistit přístup (servisní dvířka, u zásuvného světla apod.)
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku tepla/chladu, osvětlenosti a povětrnostních podmínek (vysvětleno v 2.2.2)

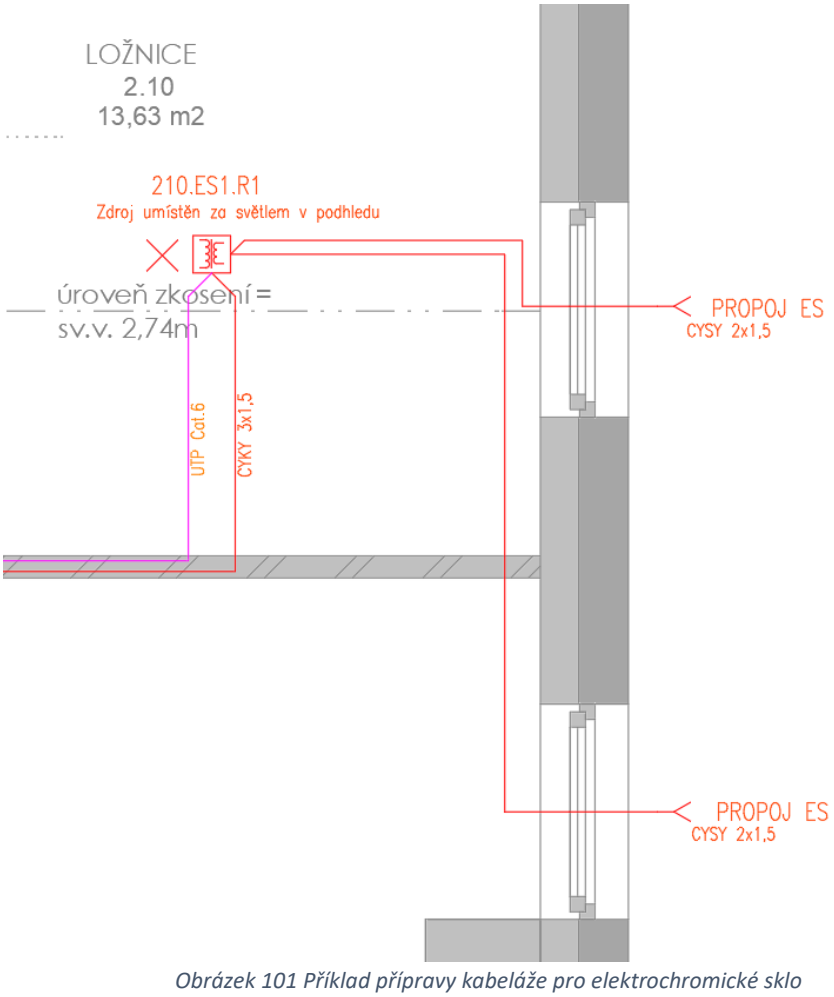
Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.ES1.R1.** – místnost 102, elektrochromické sklo1 3, z rozvaděče R1
- Příprava kabeláže pro napájení oken je potřeba koordinovat s osazováním oken
- Zapojení napájení skla a komunikačního modulu potřeba koordinovat s ostatními profesemi (nábytek, instalace oken, instalace sprchového koutu)

Příklady:



Obrázek 100 Příklad obecného zapojení elektrochromických skel



Obrázek 101 Příklad přípravy kabeláže pro elektrochromické sklo

Pozn.: Při malých vzdálenostech (typicky do 10–20 m) může být zdroj umístěn v rozvaděči

3.19 Sauna

- Sauny a saunovací kabiny, součást populárního domácího wellness
- Představují velký nárazový odběr energie

Obrázek 102 Saunová kamna

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 400 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16-20A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 5x2,5(4, 6)
  UTP Cat.6a

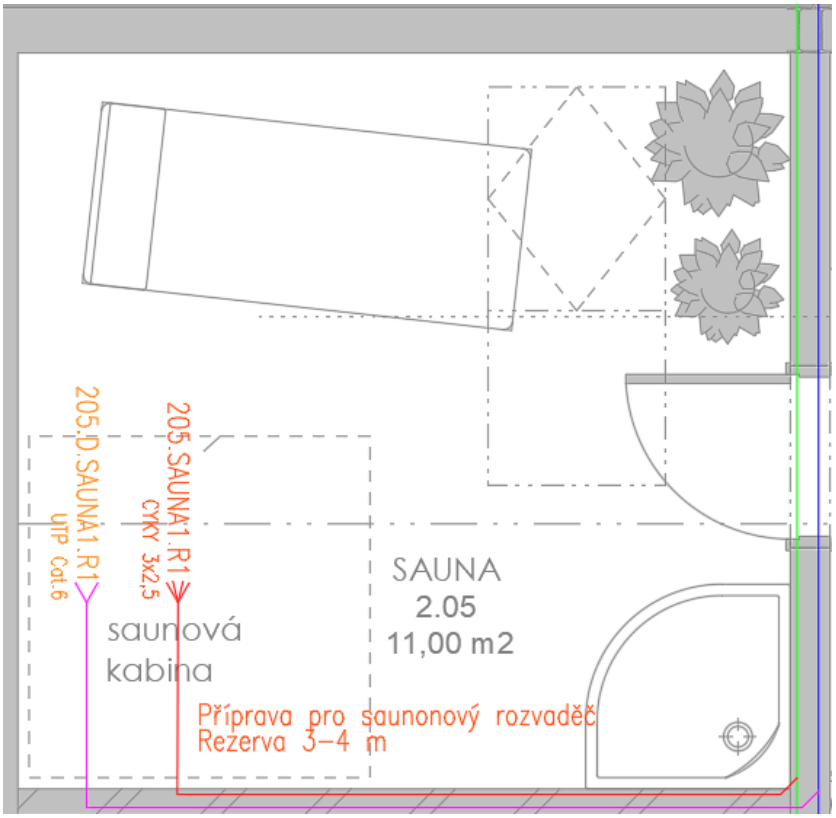
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Sauny se neumisťují k obvodovým zdem a je potřeba zajistit k nim přívod čerstvého vzduchu otvory v její konstrukci, objem kabiny by se měl vyměnit až 6x za hodinu
- Výkon kamen se volí dle pravidla 1 kW na 1 m^3 – výkony se pohybují v rozmezí 6-11 kW
- Osvětlení instalované v sauně musí mít minimální krytí IP44
- Sauny mívají vlastní technologický rozvaděč, který je součástí dodávky celé technologie, v tom případě je potřeba zajistit jen **napájecí a komunikační kabel**, **v závislosti na výkonu** CYKY 5x2,5 až CYKY 5x6, všechny ostatní prvky jako termostaty, vnitřní kabeláž, řídicí jednotka a osvětlení jsou součástí dodávky sauny
- Pokud je sauna řízena z rozvaděče, je potřeba komunikační kabel pro teplotní a vlhkostní čidlo, stop tlačítko a ovládací panel (např UTP Cat.6a), napájecí kabel pro kamna (např CYKY 5x6), napájecí kabel pro osvětlení (CYKY 3x1,5), které musí být v rámci elektroinstalace sauny přepojeny na kabely s vysokou tepelnou odolností (např. typ SIHF) dle ČSN 33 2000-7-703 ed. 2 (332000) - Elektrické instalace budov – Část 7-703: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Místnosti a kabiny se saunovými kamny

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.SAUNA1.R1.** – místnost 102, sauna 1, z rozvaděče R1
- Napojení sauny musí být provedeno v koordinaci s ostatními profesemi (většinou bývá v režii dodavatele sauny) a dle doporučení výrobce

Příklady:



Obrázek 103 Příklad kabelové přípravy pro saunovou technologii

3.20 Bazén

- Bazény sdružují mnoho zařízení, které se potřeba mezi sebou provázat
- Většinou mají vlastní řídicí jednotky a systém ohřevu vody, napájeny z bazénového podružného rozvaděče

Obrázek 104 Bazénová technologie

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 a 400 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B 3f/10-16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 3x1,5, CYKY 5x1,5, CYKY 5x2,5
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

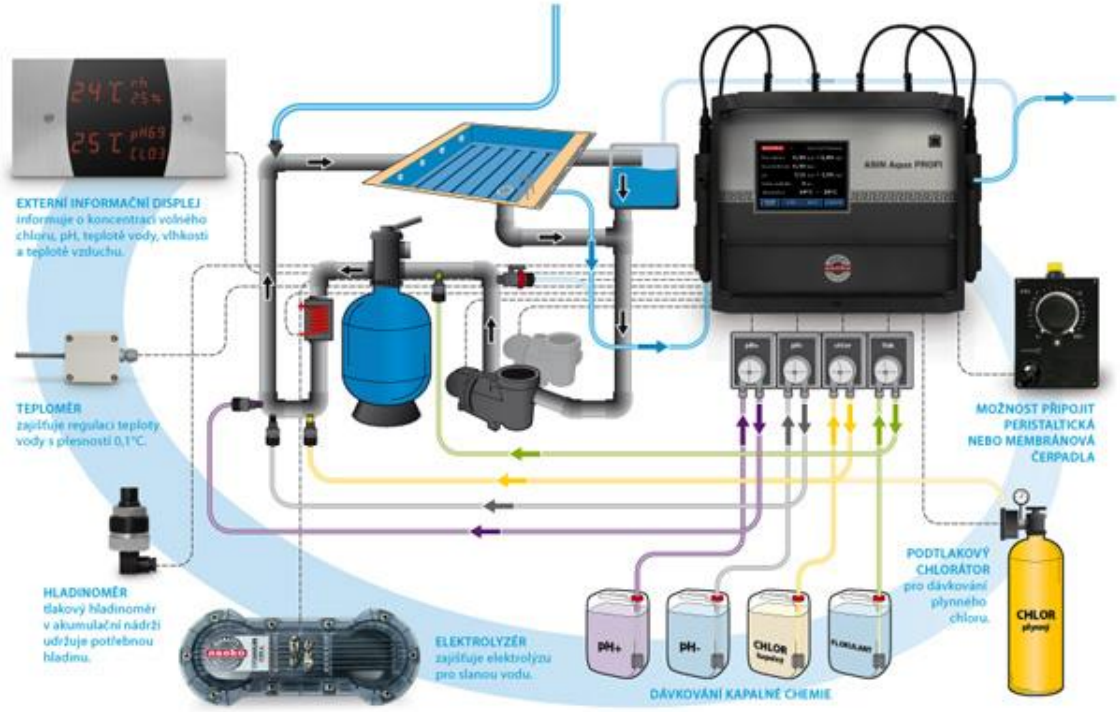
- Nutná koordinace s dodavateli a realizátory bazénu, integrace úpravy vody (filtrace, chemie, UV lampy, čerpadel, nahřívání vody (TČ, solární systémy), osvětlení a zakrývání bazénu
- V rámci připojení do smarthouse je nutné zajistit komunikační rozhraní, nejlépe drátové např před Modbus
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka a senzory v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě požadavku teploty a kvality vody
- Doporučuji zřízení technické místnosti s vlastním podružným rozvaděčem R.BAZ pro bazénovou technologii, ve kterém budou umístěny i smarthouse moduly pro řízení osvětlení a zakrývání bazénu, komunikace s ostatními částmi baz. technologie je založena na společném komunikačním protokolu
- Elektroinstalace bazénové technologie musí splňovat požadavky ČSN 33 2000-7-702 ed.3 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-702: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Plavecké bazény a fontány
- Veškerá elektrická zařízení umístěná v bazénu musí být napájena bezpečným malým napětím a mít krytí min IP68

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabely vedoucí ven ze stavby musí mít dostatečnou UV odolnost musí být co nejdelší část trasy taženy v chráničkách
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže

- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_R.BAZ.R1.** – Napájení bazénového rozvaděče, z rozvaděče R1
- Koncové prvky se montují dle doporučení výrobce v koordinaci s ostatními profesemi a dodavateli bazénové technologie
- Samotná výstavba bazénu podléhá běžným stavebním normám

Příklady:

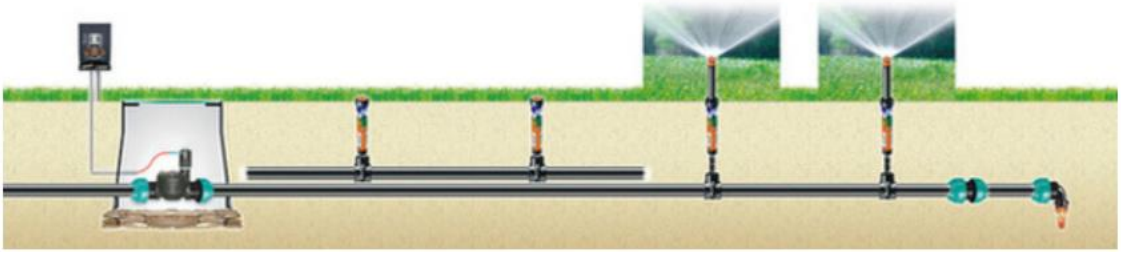


Obrázek 105 Příklad bazénové technologie

Pozn.:

- Propoj mezi rozvaděči CYKY 5x4 nebo 5x6, podle instalovaného výkonu, a komunikace min. 2xUTP Cat.6 (smarthouse + internet)
- Napájení čerpadel kabely CYKY 3x1,5 nebo CYKY 5x1,5 dle typu
- Napájení TČ viz 3.9
- Napájení řídicí jednotky bazénu CYKY 3x1,5
- Čidla a senzory dle požadavků výrobce, obecně stačí kabely UTP nebo JYSTY
- Osvětlení bazénu nejčastěji RGBW s napájením 24 V DC více viz 3.3
- Zakrývání bazénu – stejný princip jako u žaluziových motorů viz 3.17

3.21 Zavlažovací systém



Obrázek 106 Automatický zavlažovací systém

- Automatické zavlažovací systémy jsou připojeny na vodovod nebo zásobník užitkové vody, a tedy spolupracují se systémem zadržování dešťové vody (viz. 3.22)

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

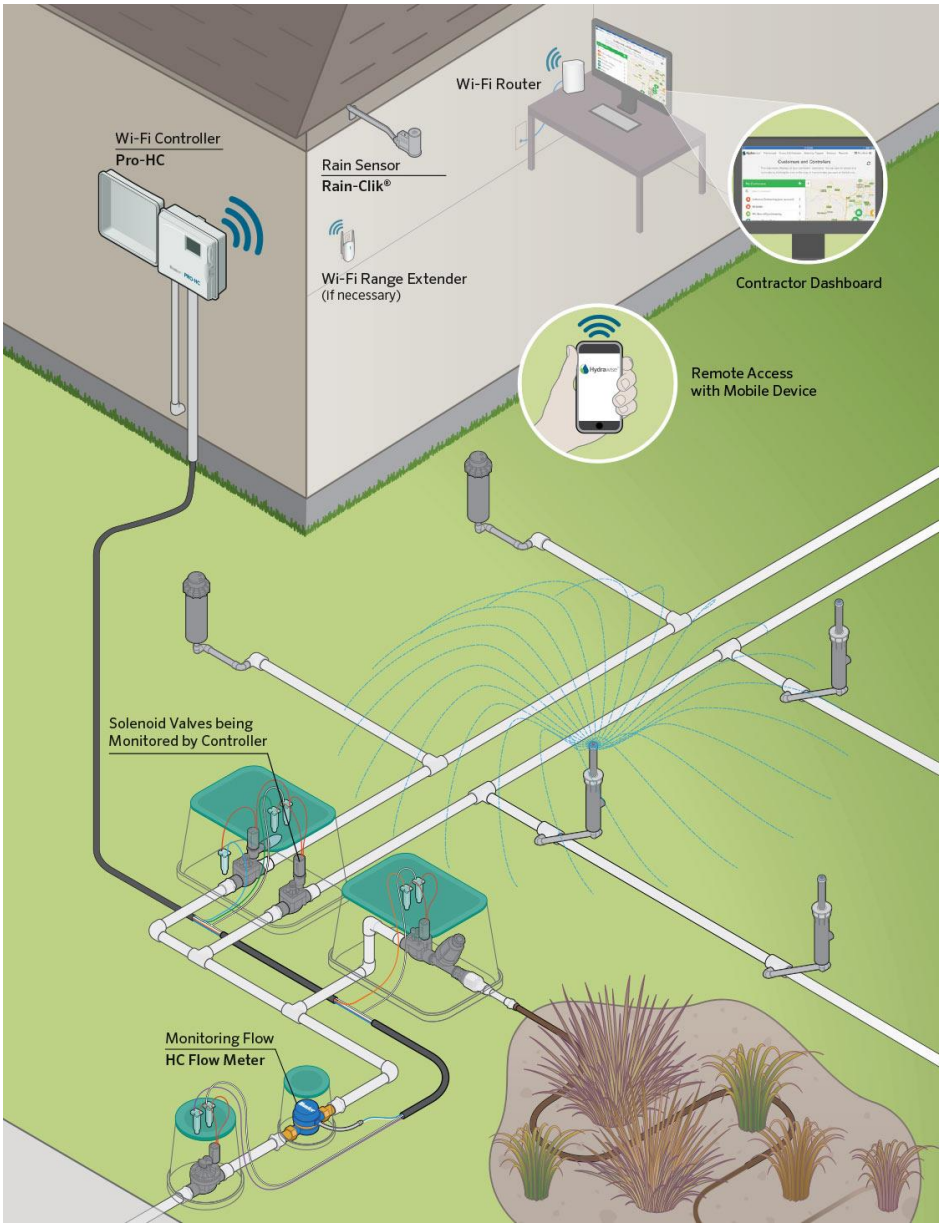
- Zavlažovací systém bývají opatřeny vlastní řídicí jednotkou, je proto potřeba volit takový systém, který umožňuje komunikaci s nadřazeným systémem
- Napájí se ze samostatně jištěné zásuvky nebo dedikovaného výhodu ukončeném v instalační krabici, pro komunikaci kabel UTP Cat.6
- Pokročilé ovládání lze zajistit připojením vlhkostních senzorů umístěných na vybraných místech v zahradě, nutno koordinovat se zahradním architektem
- Návrh rozmístění postřikovačů se provádí na základě vyšetření zavlažované plochy a typu postřikovačů, na jednu větev systému se musí instalovat stejné typy, max počet je závislý na dostupném tlaku a průtočném objemu, jaký je vodovod nebo čerpadlo schopno dodávat [49]
- Zavlažovací systém se dělí na několik zón podle počtu a typu trysek nebo účelu použití, každá větev je opatřena elektromagnetickým ventilem – potřeba k nim dotáhnout kabel např. CYKY-0 2x1,5
- Potrubí se umisťuje cca 25 cm pod terén, nejnižší bod sítě musí být opatřen automatickým drenážním ventilem (Obrázek 94)
- Postřikovače i drenážní ventil pracují čistě na mechanickém principu, nepotřebují elektrické napájení

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže

- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_EXT.ZS1.R1.** – exteriér, zavlažovací systém 1, z rozvaděče R1
- Kabely tažené pod úrovní terénu musí co nejdelší část trasy být taženy v chráničkách, kabely umístěné ve venkovním prostředí musí mít dostatečnou UV odolnost
- Elektromagnetické ventily musí být umístěny v přístupných boxech s dostatečnou drenáží
- Koncové prvky jsou instalovány dle doporučení výrobce

Příklady:



Obrázek 107 Příklad potrubního a elektrického rozvodu pro automatický zavlažovací systém

3.22 Systém pro hospodaření s dešťovou vodou

- Srdcem systému je retenční nádrž, která zadržuje dešťovou vodu svedenou ze střech a zpevněných ploch
- Dešťová voda lze potom využít pro zavlažování, praní a splachování WC

Obrázek 108 Retenční nádrž pro RD se vsakem

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 230 V AC
- Jištění: Jističe 1f/16A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA
- Kabelový přívod: CYKY 3x2,5
  UTP Cat.6a

Požadavky a doporučení pro projektování:

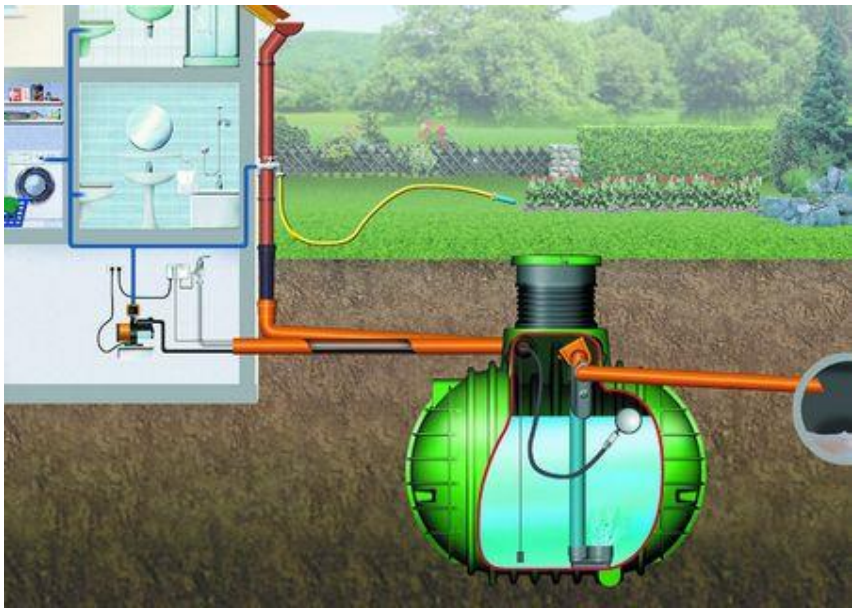
- Typické objemy nádrží se pro RD se zahradou pohybují od 4 do 10 m^3, návrh retenční nádrže se provádí dle ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- Retenční nádrž se umisťuje do nezámrzné hloubky pod úroveň terénu, jsou do ní svedeny okapy, může být propojena potrubím s rodinným domem a musí mít zřízen přepad a následný však drenážním systémem nebo odvod do dešťové kanalizace
- Pro RD, kde není vyžadována nějaká speciální funkčnost je výhodné použit set se samostatnou řídicí jednotkou, je potřeba zajistit komunikaci a napájení, tedy standardní kombinace samostatně jištěná zásuvka napájená CYKY 3x2,5 a UTP Cat.6a pro komunikaci, z jednotky jsou potom dále napájeny senzory a čerpadlo
- Pokud je řízení postaveno čistě na smarthome systému, je potřeba na vstupy systému přivézt signály ze senzorů hladiny a tlaku, ovládat čerpadlo a přepínat zdroj vody
- Pro čerpadlo nejčastěji CYKY 3x1,5, pro senzory UTP nebo JYSTY a pro ventily a uzávěry vody CYSY 5x1,5

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Umístění nádrže je součástí výkopových prací, může probíhat souběžně s kopáním základů
- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.Z3.R1.** – místnost 102, zásuvkový okruh 3, z rozvaděče R1
- Kabely tažené pod úrovní terénu musí co nejdelší část trasy být taženy v chráničkách, kabely umístěné ve venkovním prostředí musí mít dostatečnou UV odolnost

- Koncové prvky jsou montovány dle doporučení výrobce, v technické místnosti po finalizaci omítek a výmalby, zařízení retenční nádrže je koordinováno s ostatními profesemi

Příklady:



Obrázek 109 Příklad jednoduchého systému hospodaření s dešťovou vodou

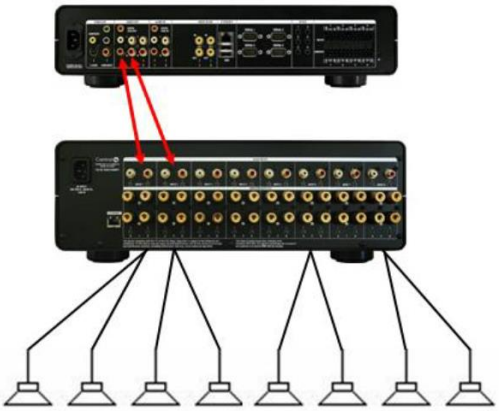
Pozn.:

- Zde samostatná zásuvka pro čerpadlo a pro řídicí systém čerpání, dále kabelový senzor hladiny připojený s řídicí jednotce. Tou je ovládáno čerpání a dopouštění pitné vody pomocí elektromagnetického ventilu.

- Sytém zajišťuje doplňování vody pro WC, pračky a zavlažování – při poklesu tlaku sepne čerpadlo

3.23 Audio systém

- Drátový audio systém může být zařízen jen v rámci domácího kina nebo celého domu



Obrázek 110 Zesilovač a maticový přepínač

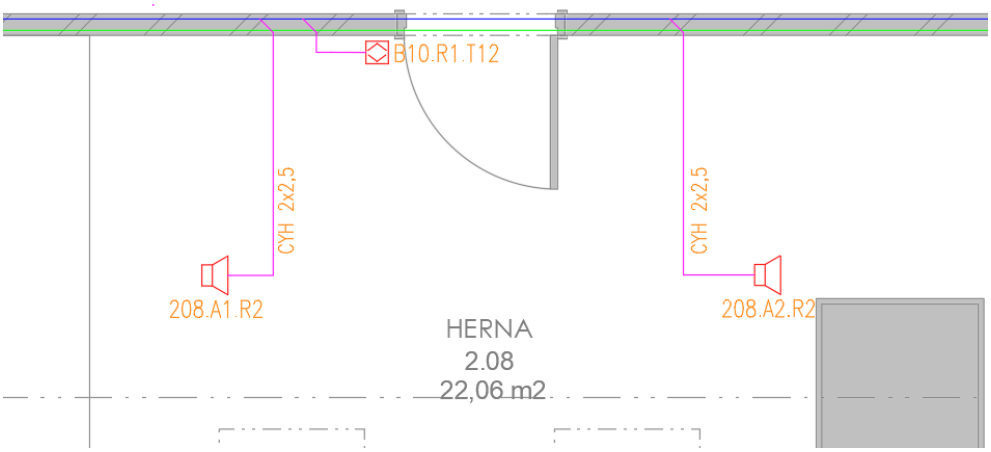
Požadavky a doporučení pro projektování:

- V případě domácího kina je zesilovač napájen ze samostatné zásuvky v rámci televizní sestavy, umisťuje se např pod televizi a jsou k němu kabely CYH 2x2,5 (nebo silnější) připojeny reproduktory, typicky je jedná sestavy 5.1 nebo 7.1, tzn 4 nebo 6 reproduktorů volně stojících nebo ukotvených na zdech a jeden subwoofer a středový reproduktor pod televizí
- Centrální audiosystém v rámci celého domu je dominantou smarthome systémů postavených na inteligentní elektroinstalaci, v rozvaděči jsou umístěny zesilovače přepínače a řídící jednotka
- Do obytných místností je umisťuje jeden stero reproduktor nebo dvojice mono reproduktorů, do velkých společných prostor i 4 a více, někdy se umisťují i na chodbu
- Reproduktory jsou s rozvaděčem propojeny kabely CYH 2x2,5-6 podle vzdálenosti a výkonu
- Reproduktory se instalují jako přisazené na zeď nebo jsou zabudovány do stropního podhledu či stěn
- Pro uživatelské ovládání se využijí multifunkční tlačítka v rámci inteligentní elektroinstalace nebo mobilní aplikace, jinak chod řízen systémem na základě přítomnosti osob nebo automatického přednastavení

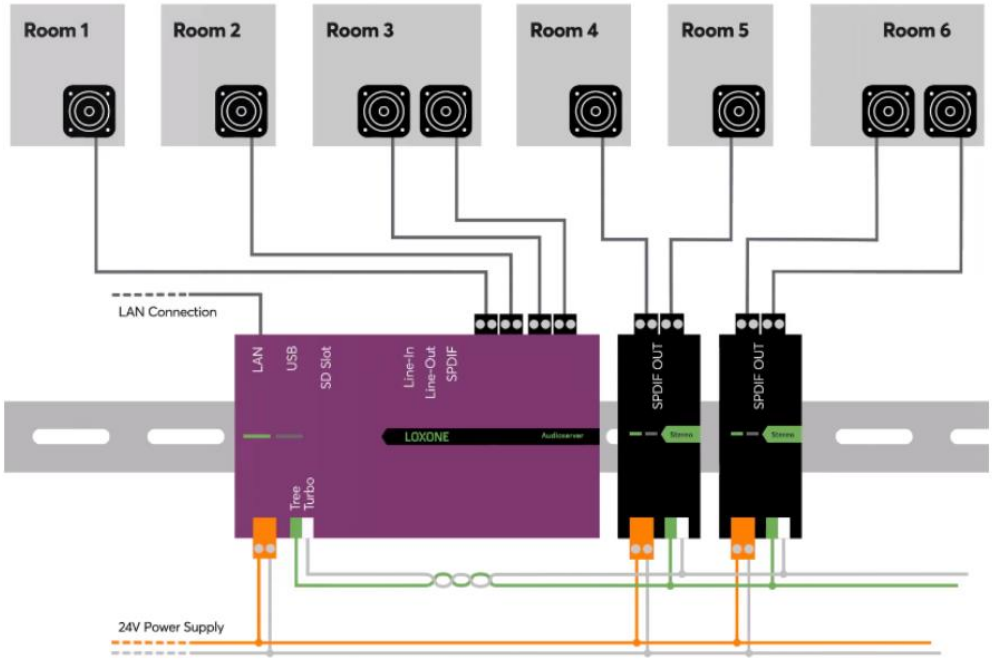
Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení
- V případě instalace do stropních boxů je kabely přichytí k rastru SDK stropního podhledu v místě instalace boxu dle PD, poté se při jejich instalaci do boxů zatáhnou a ponechají volně
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.A1.R2** – místnost 102, audio 1, z rozvaděče R2
- Koncové prvky se instalují po finalizaci pohledových ploch, na které budou prvky instalovány, dle pokynů výrobce, v případě instalace do nábytku musí být montáž koordinována s nábytkáři

Příklady:



Obrázek 111 Příklad přípravy kabeláže pro stropní reproduktory



Obrázek 112 Příklad zapojení Loxone audio systému

3.24 Internet a STA - domácí síť

- V rámci domácí sítě jsou řešeny rozvody internetu do místností pro počítače a televize, připojení technologií k domácí síti a internetu a vysílače Wifi signálu 2,4 a 5 Ghz
- Dále také anténní rozvody, které jsou však na ústupu

Obrázek 113 Zásuvka 2xRJ45

Požadavky a doporučení pro projektování:

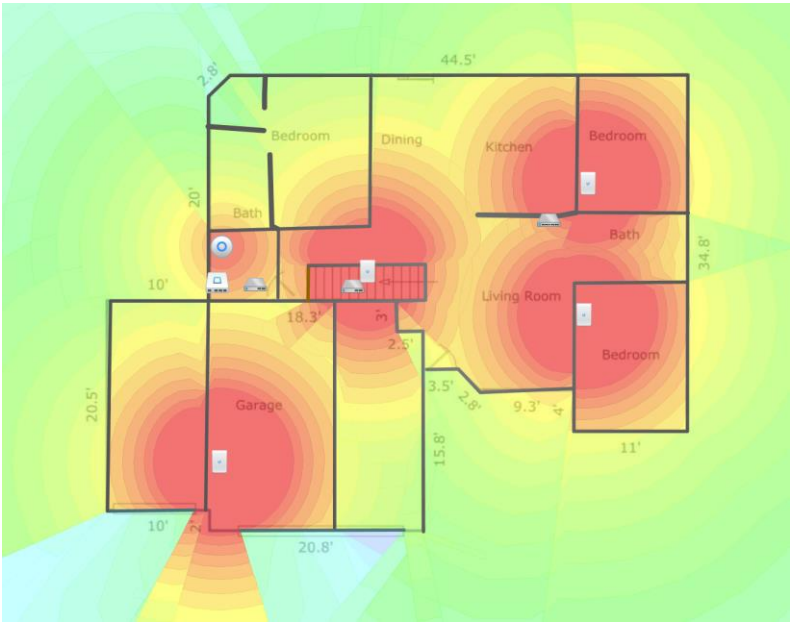
- Pro RD vybavený systémem chytré domácnosti je vhodné zřídit datový (slaboproudý rozvaděč) neboli RACK, do něj je přiveden internet z venkovního kabelového rozvodu, dnes už i optický kabel, nebo z přijímače umístěného na střeše apod., a signál z televizní antény či satelitu
- Z racku je potom kabely UTP Cat.6 po domě realizován paprskovitý rozvod, kabely jsou ukončeny datovými zásuvkami s konektory RJ45 (samice)
- Je lepší používat dvojité zásuvky (2xRJ45) viz Obrázek 113 - pozor 1 konektor = 1 kabel, zásuvky mezi sebou nelze smyčkovat
- Vzduchotechnické jednotky, televize, tepelná čerpadla, některé domácí spotřebiče, měnič FVE, bateriové úložiště, wallboxy a další technologie z pravidla umožňují drátové připojení k domácí síti
- Návrh a rozvod domácí sítě se řídí požadavky souboru norem ČSN EN 50173 Informační technologie
- Kabely prostupující obálku budovy musí označení UV nebo OUTDOOR, kabely pro zařízení, která jsou vystavena velkému riziku úderu bleskem (Wifi anténa na střeše, TV anténa) a je potřeba je opatřit přepěťovou ochranou před připojením do RACKu (SPD I, II a III)
- Wifi AP je vhodné používat s napájením pomocí PoE a umisťovat je do podhledů nebo do nábytku, aby nebyly vidět
- Jejich umístění a počet je potřeba přizpůsobit půdorysnému řešení a stavebním materiálům RD
- Pro vytvoření optimálního pokrytí je vhodné použít konfigurátory ukazující sílu pokrytí signálem v půdorysu domu
- Napájení RACKu je potřeba opatřit přepěťovou ochranou SPD typ III a nejlépe jeho napájení alespoň krátkodobě zálohovat pomocí UPS

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže

- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WS_102.DZ3.R2.** – místnost 102, datová zásuvka 3, z rozvaděče R2
- K Wifi AP skrytých v podhledu musí být zajištěn přístup servisními dvířky nebo odklopením svítidla či jiného krytu
- Koncové prvky se montují po dokončení pohledových povrchů dle doporučení výrobce

Příklady:

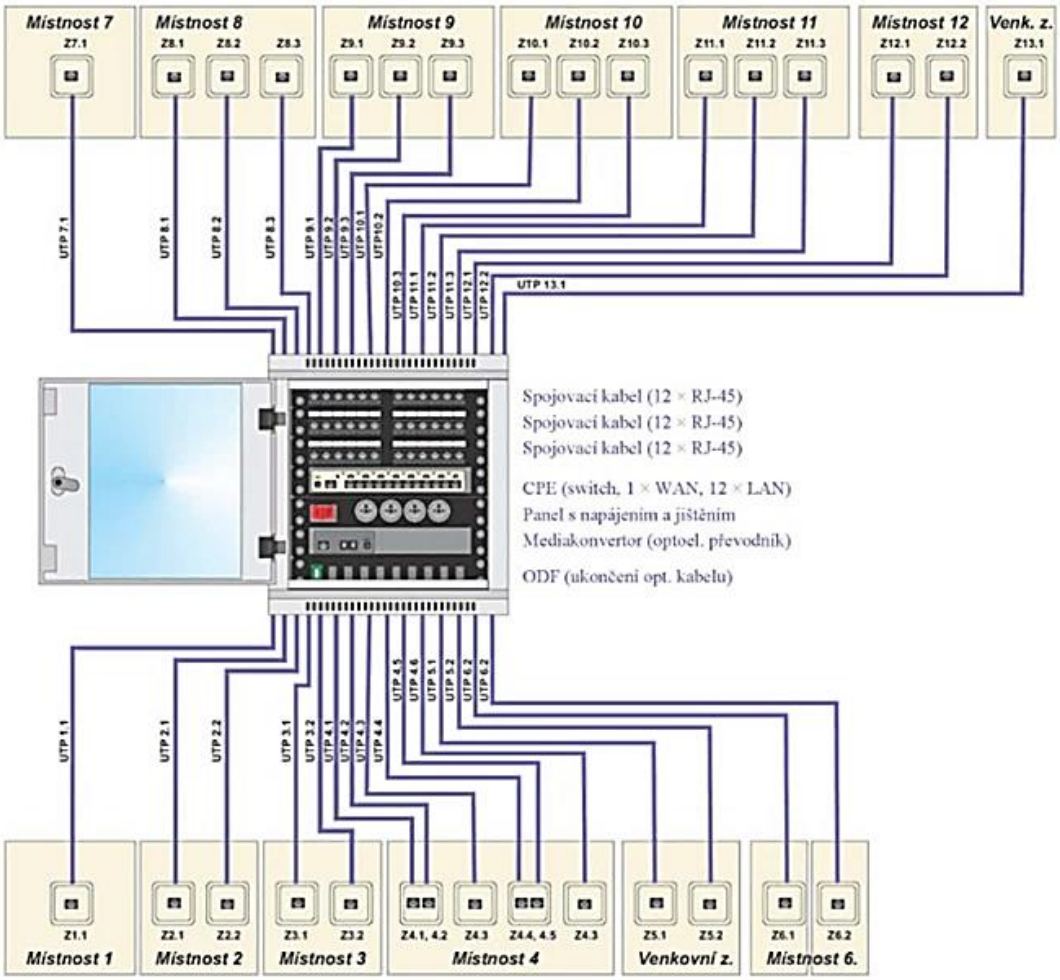


Obrázek 114 Pokrytí půdorysu signálem Wifi 2,4 GHz

1U	VENTILÁTORY	1U
2U		2U
3U	PATCH PANEL 24 PORT	3U
4U	VYVAZOVACÍ PANEL	4U
5U	SWITCH 24 PORT	5U
6U	ROUTER	6U
7U	VYVAZOVACÍ PANEL	7U
8U	PoE SWITCH	8U
9U	STA	9U
10U		10U
11U	CCTV	11U
12U		12U
13U	REZERVA	13U
14U	UPS + NAPÁJENÍ	14U
15U		15U

Obrázek 115 Vzor osazení RACKu

Pozn.: Moduly v RACKu jsou počítány na rackové jednotky U, 1U = 1,75” (44.45 mm)



Obrázek 116 Vzor rozvodu internetu pro RD

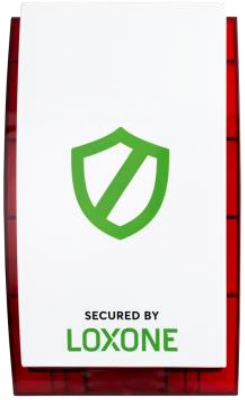
Pozn.:

- Rozvody koaxiálními kabely pro televizní zásuvky jsou na ústupu, jedná se o zastaralé technologie, k internetovému připojení jsou běžně přidávány i balíčky aspoň základního portfolia televizních kanálů tzv. IP TV.

- Do RACků se instalují zařízení, která zpracovávají TV a SAT signál a streamují jej do domácí datové sítě tvz. IP Streamery

3.25 Zabezpečovací a kamerový systém

- V rámci smarthouse je zabezpečovací a poplašný systém využíván k mnoha různým funkcím, napomáhá optimalizovat energetický management a dává uživateli přehled o dění v domě a může být s ním provázáno řízení osvětlení, audia a žaluzií
- Postavením zabezpečovacího systému na smarthouse systému odpadá nutnost zřizovat oddělený rozvod a vyhradit místo pro PZTS (EZS) ústřednu, klávesnice apod.
- Pokud investor trvá na zřízení samostatného zabezpečovacího systému, návrh se provádí dle požadavků souboru norem ČSN EN 50131



Obrázek 117 Poplašná siréna systému Loxone

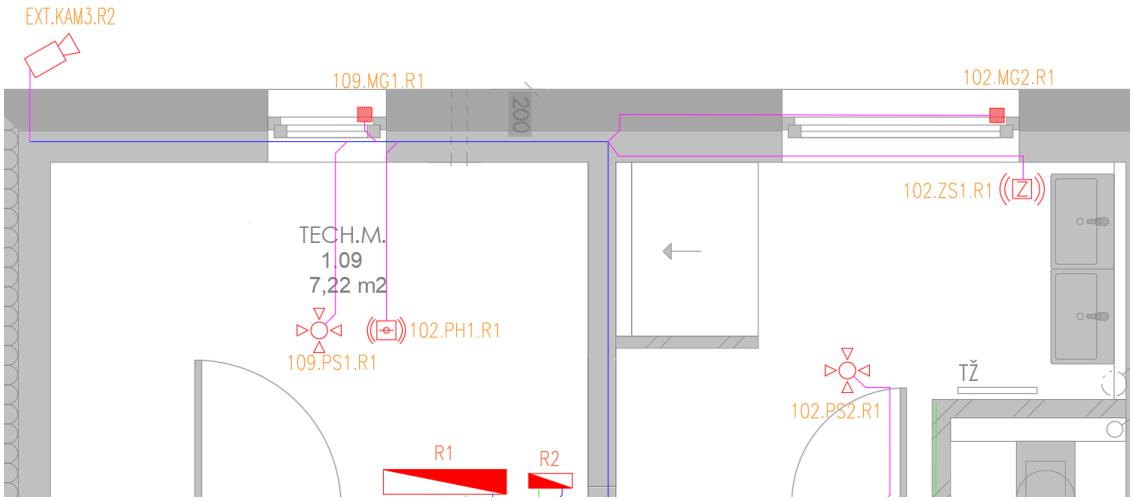
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Vjezdovou bránu a vstupní branku volit s možností automatického otevírání a sledováním polohy (zajistit komunikaci pohonu brány s nadřazeným systémem nebo osadit bránu koncovými kontakty a infra závorou) – Kabeláž: CYKY 5x1,5, JYSTY 4x2x0,8
- Všechna otevíravá okna opatřit MG kontakty, popřípadě klikami se sledováním polohy – Kabeláž: mnohožilový komunikační kabel např. SYKFY 5x2x0,5 (možno připojit až 9 MG na jeden kabel)
- Vstupní dveře opatřit MG kontakty a elektronickým zámkem, dveře do garáže opatřit MG kontaktem – Kabeláž JYSTY 4x2x0,8 nebo SYKFY 4x2x0,5
- Systém garážových vrat volit s možností automatického otevírání a sledováním polohy (zajistit komunikaci pohonu vrat s nadřazeným systémem nebo osadit vrata koncovými kontakty) – Kabeláž: CYKY 5x1,5, JYSTY 4x2x0,8
- Obytné místnosti, komunikace a ostatní místnosti s okny opatřit kombinovanými senzory přítomnosti) – Kabeláž: UTP Cat.6
- Venkovní osvětlení (u vchodu, garáže, přístupová cesta) mělo být spínáno venkovními pohybovými senzory – Kabeláž: UTP Cat.6
- Garáž + každé podlaží alespoň jeden požární hlásič, POZOR v kuchyni nemůže být jen kouřový senzor, musí být kombinovaný např. termodiferenční a optický – Kabeláž: UTP Cat.6
- Pod kuch. linku a ke spotřebičům připojeným na přívod vody umístit záplavový senzor – Kabeláž: UTP Cat.6
- Hlavní uzávěr vody opatřit elektricky uzavíratelným ventilem – Kabeláž: CYSY 5x1,5
- V případě instalace FVE ke vchodům do RD umístit STOP tlačítka
- Do výšky cca 3 m umístit venkovní kamery snímající alespoň přístupovou a příjezdovou cestu, volit PoE kamery – Kabeláž: UTP Cat.6
- Dále lze systém doplnit o senzory rozbití skla, panická tlačítka a venkovní a vnitřní sirény – Kabelová příprava obecně komunikačními kabely např. UTP Cat.6
- Některé systémy umožňují připojení senzorů, sloužící i pro zabezpečení, ke společné komunikační sběrnici

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.PS1.R1.** – místnost 102, pohybový senzor, z rozvaděče R1
- Kabely tažené pod úrovní terénu musí co nejdelší část trasy být taženy v chráničkách, kabely umístěné ve venkovním prostředí musí mít dostatečnou odolnost vůči venkovnímu prostředí (UV, vlhkost, teplota)
- MG kontakty jsou i ideálním případě součástí okenních rámů, musí být opatřeny dostatečně dlouhým vodičem pro připojení ke komunikačnímu kabelu, připojení je vhodné provézt za jiným prvkem umístěným v SDK podhledu
- Instalace ostatních koncových prvků se provádí po finalizaci pohledových ploch dle doporučení výrobce, v případě instalace do nábytku, podhledů apod. je potřeba koordinace s ostatními profesemi

Příklady:



Obrázek 118 Příklad umístění prvků zabezpečovacího a kamerového systému

Pozn.: Tvorba zabezpečovacího systému je specifická záležitost, která je uzpůsobována požadavkům a očekáváním klienta, v této části byly shrnuty doporučení, která zajišťují optimální funkčnost chytrého domu (popsáno v kapitole 2)a zároveň pokrývají dostatečnou funkčnost v rámci elektronického zabezpečovacího systému.

3.26 Přístupový systém

- Přístupový systém je úzce spjat se zabezpečovacím systémem, navazuje na něj ve smyslu deaktivace alarmu
- Kamery mohou být využity pro rozpoznání obličeje, v rámci vstupních dveří jsou integrovány čtečky otisků prstů nebo NFC
- Jako druhá strana domovního interkomu může použit mobilní telefon
- Venkovní interkomy mají v sobě zabudovanou kameru s vysokým rozlišením, reproduktor, mikrofon či senzory přiblížení

Obrázek 119 Dveřní vložka s elektronicky ovládaným zámkem

Požadavky a doporučení pro projektování:

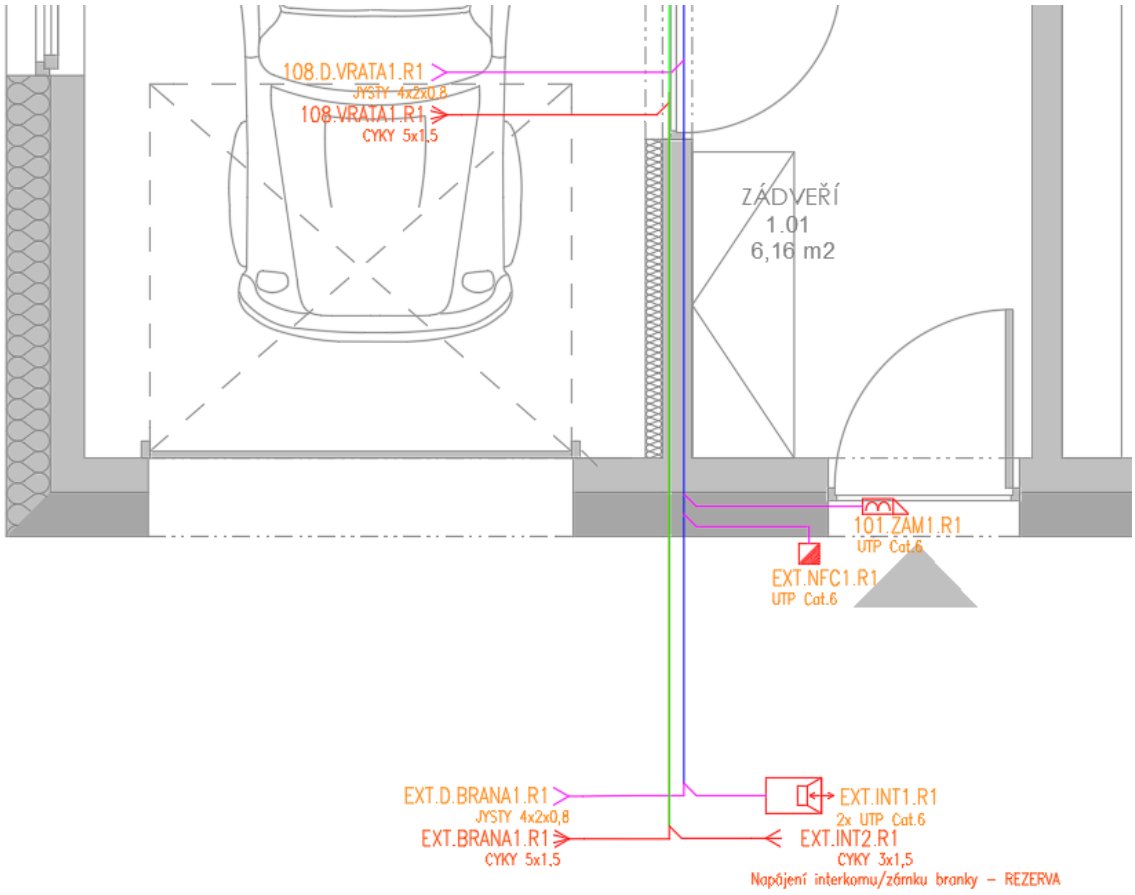
- Interkom umístěný na hranici pozemku, jako součást plotového sloupku., musí být dostatečně odolný vůči vandalismu, a vnějším vlivům
- Volit interkomy se zabudovanou kamerou, reproduktorem a mikrofonem, napájení bezpečným malým napětím
- Pro vstupní branku je potřeba přivést napájení a ovládání elektronického zámku,
- Společně s interkomem, nebo v rámci jednoho zařízení se montuje čtečka elektronického klíče, kódová klávesnice apod
- Existuje mnoho interkomů, klávesnic a čteček, univerzálním řešením je připravit samostatný napájecí a nejméně 2 komunikační kabely pro sloupek plotu u vstupní branky (např. CYKY 3x1,5, 2xUTP Cat.6)
- Pokud je Interkom/čtečka/klávesnice až u vstupních dveří, např. na fasádě, platí stejné pravidlo, kabely je vhodné ukončit v elektroinstalační krabici
- Pohon vjezdových a garážových vrat je ovládán smarthouse systémem, tzn, je potřeba zajistit komunikaci pomocí známých komunikačních protokolů nebo pomocí reléových kontaktů – Kabeláž: CYKY 5x1,5 a UTP Cat.6 nebo JYSTY 4x2x0,8
- Kabely pro zařízení, která jsou vystavena velkému riziku úderu bleskem (např. interkom na vzdáleném sloupku plotu) je potřeba opatřit přepěťovou ochranou před připojením do rozvaděčových modulů smarthouse systému (SPD I, II a III)

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_EXT.INT1.R1.** – exteriér, interkom 1, z rozvaděče R1
- Kabely tažené pod úrovní terénu musí co nejdelší část trasy být taženy v chráničkách, kabely umístěné ve venkovním prostředí musí mít dostatečnou odolnost vůči venkovnímu prostředí (UV, vlhkost, teplota)

- Přívodní vodiče elektronických zámků a ovládání vrat/branky musí být dostatečně dlouhé, aby je bylo možné dovést do místa propojení s elektroinstalačním kabelem, spoj musí být ošetřen tak, aby odolával vnějším vlivům, neměl by k němu být přístup z vnější stravy pozemku nebo budovy
- Instalace ostatních koncových prvků se provádí v koordinaci s ostatními profesemi (finalizace fasád, montáž vrat, plotu apod.)
- Tyto prvky musí být instalovány takovým způsobem, aby nedošlo k jejich uvolnění, upadnutí nebo odcizení, ani za použití hrubé síly

Příklady:



Obrázek 120 Příklad přípravy kabeláže pro přístupový systém

Pozn.:

- Pro interkom na plotě je použito univerzální řešení přípravy kabeláže, tedy 1 silový napájecí kabel a 2 komunikační kabel
- Pro vrata a bránu byl rovněž použit univerzální přístup
- Pro NFC klávesnici i zámek vstupních dveří byl použit jen UTP kabel, protože známe konkrétní typ a víme, tato kabelová příprava je pro ně dostačená

3.27 Wallbox

- Nabíječka elektromobilu neboli wallbox je stále častějším zařízením instalovaným v RD, umísťuje se na fasádu, samostatný sloupek nebo do garáže
- Jedná se o zařízení se schopností velkého proudového odběru a neblahými vlivy na síť z hlediska EMC

Obrázek 121 Nabíječka elektromobilu

Typické napájení:

- Napájecí napětí: 400 V AC
- Jištění: Jističe 3f/25-32A/B
- Doplňková ochrana: RCD 30 mA typ A+ nebo EV
- Kabelový přívod: CYKY 5x6, 5x10
  UTP Cat.6a

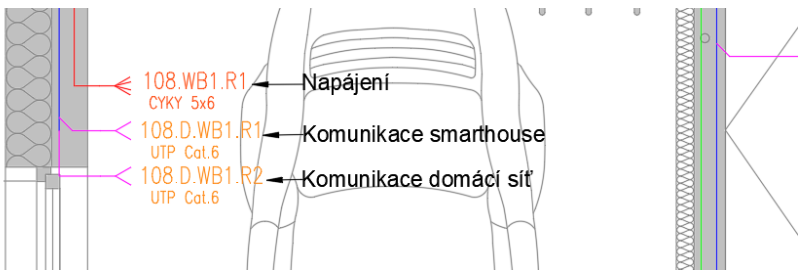
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Nabíječky nejčastěji umožňují komunikaci přes domácí síť a pomocí standardizovaných komunikačních protokolů, proto k nim obecně stačí připravit 1 napájecí a 2 komunikační kabely UTP Cat.6
- Napájena musí být ze samostatně jištěného vývodu se proudovým chráničem speciálního typu odolného vůči vysokofrekvenčnímu rušení a stejnosměrným proudům (typ A+ nebo EV, záleží na označení výrobce)
- Wallboxu je nutné propojit s nadřazeným systémem, aby bylo možné řídit nabíjení na základě dostupnosti nebo ceny elektrické energie

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže
- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
  - např **WL_102.WB1.R1.** – místnost 102, wallbox 1, z rozvaděče R1
- Koncové prvky se osazují po finalizaci pohledových ploch, na které jsou montovány dle pokynů výrobce

Příklady:



Obrázek 122 Příklad přípravy kabeláže pro nabíječku elektromobilu

3.28 Fotovoltaická elektrárna

- Pravděpodobně hlavní zdroj elektrické energie pro RD budoucnosti, proto by se i k návrhu mělo takto přistupovat – co nejlepší využitelnost, dostatečné bateriové úložiště zajišťující maximální soběstačnost a vhodné využití přebytků
- FVE s skládá ze 3 základních částí, FV moduly nejčastěji umístěné na střeše, měnič s MMPT regulátorem a bateriové úložiště

Obrázek 123 Standardní konfigurace FVE

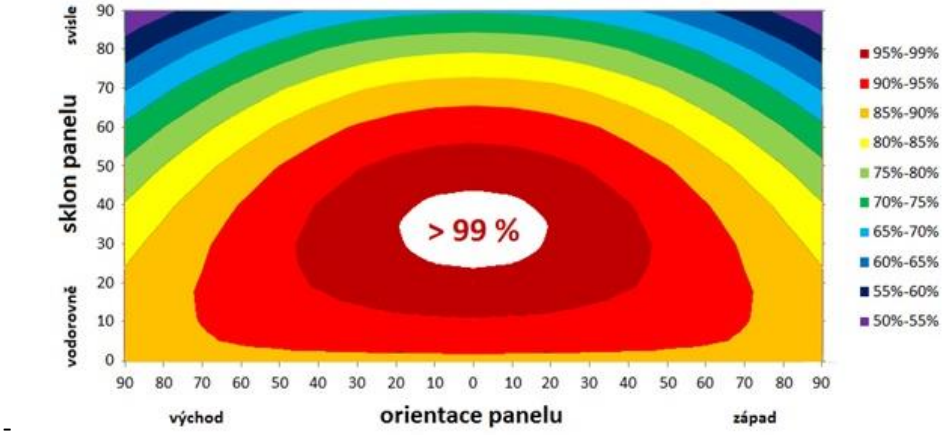
Požadavky a doporučení pro projektování:

- Z legislativních důvodů je maximální instalovaný výkon FVE na RD 10 kWp potažmo 10 kVA (měnič), instalovaný výkon se stanovuje na základě bilance spotřeby elektrické energie a výroby (využívají se simulátory a kalkulátory, např PVSOL nebo PVGIS), kapacity baterií a charakteru spotřeby (nejdůležitější vědět, kdy je elektřina spotřebovávána)

- Vzhledem k vývoji energetického trhu je vhodné volit FVE co největší, tedy 10 kWp a bateriovým úložištěm 20-30 kWh, v případě požadavku co největší soběstačnosti i více

- Běžné moduly (panely) se pohybují výkonově od 300 do 450 Wp, s plochou cca 1,5 až 2 m^2, zapojují se do stringů v sérioparalelních kombinacích, sériové spojení se využívá pro zvýšení napětí stringů, je náchylné na zastínění a zakrytím jednoho modulu klesá výroba celé větve, u paralelního zapojení tečou do měniče velké proudy při malém napětí, ale zastíněním jednoho moduly nejsou ovlivněny ostatní – volba zapojení je tedy primárně dána možnostmi měniče

- Moduly se umísťují nad střešní krytinu na nosnou konstrukci, nebo jsou součástí střešního pláště, tedy tvoří alespoň z části střešní krytinu – musí být zajištěna provětrávaná mezera, optimální orientace je na J (maximalizace celkové výroby) nebo rozdělení V a Z (lepší využití při ranních a večerních špičkách, se sklonem od 30 do 40°



Obrázek 124 Výnos energie v závislosti na sklonu a orientaci panelů

- Střešní krytina a skladba střechy musí mít vyhovující požární odolnost (BROOF T3) nebo musí být provedena dodatečná ochrana dle konzultace s místní KHZS [19]

- Instalací FVE na střehu nesmí být překročena její únosnost a narušena statika budovy

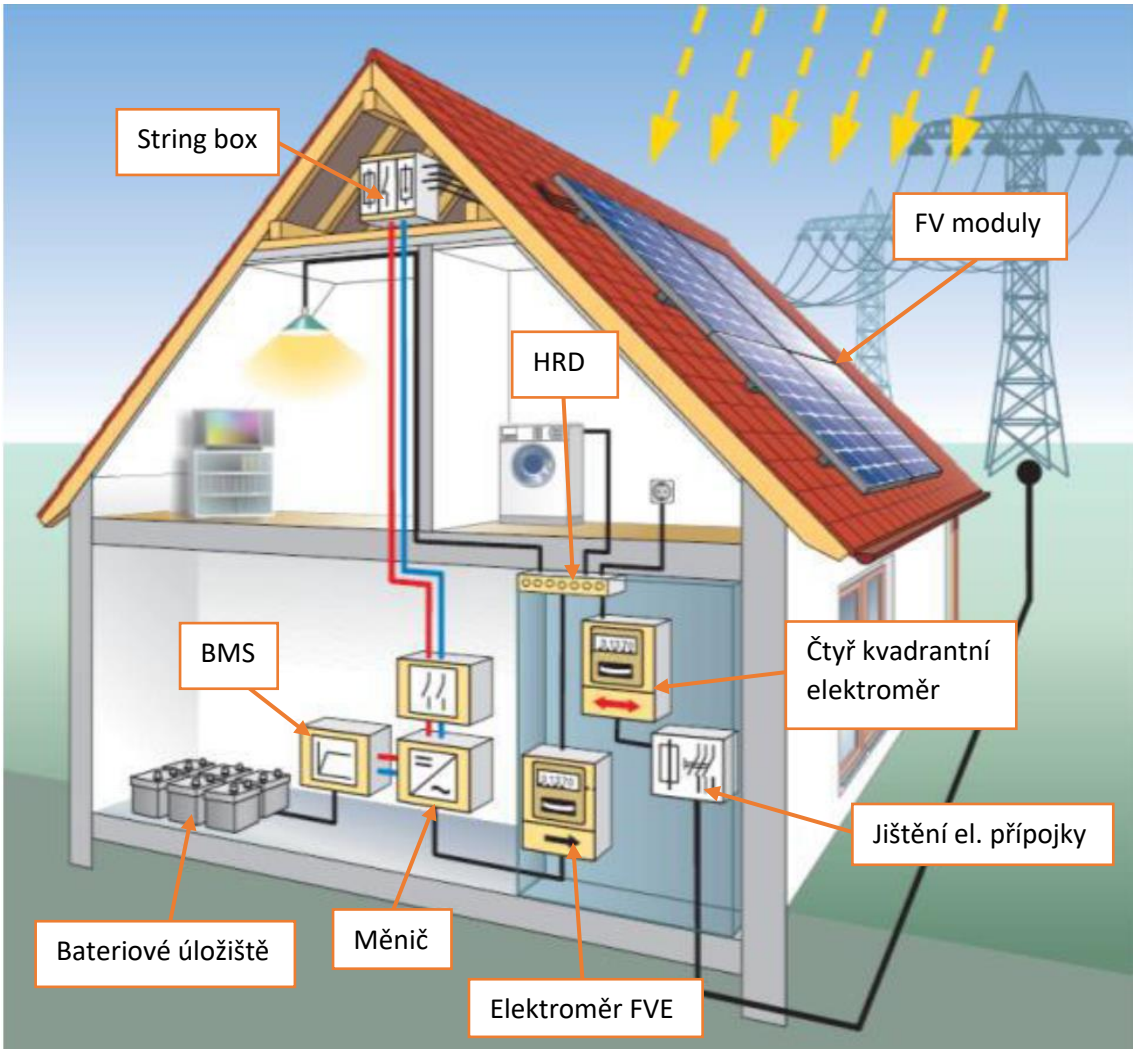
- Ochrana systému před bleskem a přepětím se provádí dle soubodu norem ČSN EN 63 305, soustava se chráněna oddálenými jímači (návrh soustavy dle poloměru valící se koule a ochranného úhlu) a musí být dodržena minimální přeskoková vzdálenost od jímacího vedení, u RD obecně >0,5 m, pokud není tato vzdálenost dodržena, musí být provedeno dodatečné opatření například izolovaným vedením
- Nosná konstrukce, měnič a bateriové úložiště musí být uzemněny dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3
- Měnič musí umožňovat přechod RD do ostrovního režimu bez přerušení dodávky energie do domu, musí se jednat o asymetrický měnič schopný komunikovat s nadřazeným systémem pro optimalizaci výroby a spotřeby elektřiny, je zbytečné vytvářet zálohovanou a nezálohovanou část rozvodu, pokud se instalován smarthouse systém schopný omezovat výkonové špičky vhodným rozvrhem spínání spotřebičů, rozvod však musí být koncipován tak, aby nedošlo k přetížení měniče nadměrným odběrem z jedné fáze
- Měniče mívají 2 samostatné MPP trackery, na které se připojí 2 stringy FV pole na střeše, oba stringy by měly mít zhruba stejný instalovaný výkon
- FV pole je potom připojeno k DC rozvaděči, (tzv. string box), slouží pro odpojení pole od měniče a jeho ochranu před zkraty, nadproudy a přepětím, je zde umístěn pojistkový odpojovač (POZOR laická osoba nesmí manipulovat s pojistkovým odpojovačem – musí být o tom poučena), vypínač napojený na STOP tlačítko umístěné u vchodu do budovy (požární bezpečnost) a svodiče přepětí SPD I+II, v ideálním případě se string box umisťuje co nejblíže k FV poli
- DC strana je vedena kabely H1Z2Z2-K průřezu 6 mm^2 uloženými v ochranné trubce s UV odolností
- Bateriové úložiště je připojeno přes BMS (battery management system) k měniči, BMS má zabudované ochrany a proti zkratu apod., BMS řídí šetrné nabíjení/vybíjení baterií
- Baterie musí být uloženy v prostředí se stálou teplotou a vlhkostí a chráněny před otřesy
- Měnič je spojen s hlavním domovním rozvaděčem silovým kabelem dle instalovaného výkonu např. CYKY 5x10 a komunikačním kabelem UTP Cat.6
- K měniči musí být přiveden HDO signál pro možnost dálkového odpojení FVE od sítě ze stravy distributora elektrické energie, v ER rozvaděči musí být osazen čtyř kvadrantní elektroměr
- Návrh a realizace FVE se provádí dle ČSN 33 2000-7-712 a ČSN EN 62446
- V rámci optimalizace výroby a spotřeby je potřeba měřit minimálně energii vyrobenou FVE a energii tekoucí z/do el. přípojky k DS

Stavební připravenost a fáze stavby:

- Kabely se vedou v elektroinstalačních zónách stanovených normou ČSN 33 2130 ed. 3 a v kabelových trasách a žlabech v podlaze a u stopu nad podhledem
- Kabely jsou s dostatečnou rezervou ukončeny v místě instalace zařízení nebo v elektroinstalačních krabicích
- Kabeláž se tahá ve fázi hrubé stavby, před omítkami nutno provést kontrolu kabeláže

- Kabely se označují na začátku, na konci a v místě prostupů konstrukcí dle značení v PD (půdorysy nebo kabelová tabulka)
    - např **WL_102.Z3.R1.** – místnost 102, zásuvkový okruh 3, z rozvaděče R1
- Prostupy skrz obálku budovy musí být řádně utěsněny a jejich umístění na střeše musí být koordinováno se stavbou
- Spoje kabelového vedení musí být provedeny v dostatečném stupni krytí dle ČSN 33 2000-5-51 ed.3
- Instalace FV modulů, které tvoří střešní krytinu musí být provedena v koordinaci se stavbou střechy
- Nosná konstrukce modulů se instaluje na hotový střešní plášť, kotvící prvky nesmí zhoršovat hydroizolační vlastnosti střechy
- Instalace měniče a bateriového úložiště musí probíhat v koordinaci s ostatními pracemi na elektroinstalaci

Příklady:



Obrázek 125 Řez RD s příkladem instalace FVE

3.29 Napájení a zálohování

- Nejčastěji je u novostaveb napájení objektu elektřinou realizováno kabelovou přípojkou pomocí kabelového vedení umístěného v zemi

Obrázek 126 Sloupek ER+PS

- Elektrická přípojka začíná odbočením od rozvodného zařízení provozovatele distribuční soustavy směrem k zákazníkovi. Mimo elektrické stanice začíná elektrická přípojka odbočením

Požadavky a doporučení pro projektování:

- od venkovního nebo kabelového vedení a končí v přípojkové skříni
- Přípojková skříň se umísťuje na hranici pozemku nebo na objekt takovým způsobem, aby byl k ní umožněn přístup i bez přítomnosti majitele
- Jištění v přípojkové skříni musí být alespoň o jeden stupeň vyšší, než je jištění před elektroměrem-
- Požadavky na elektrickou přípojku nn řeší norma ČSN 33 3320 ED.2: Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky, kapitola 4
- Minimální požadavky na průřez kabelu je Al 16 mm^2 a Cu 10 mm^2, pokud jsou uložené tyto kabely v zemi, lze je jistit s jistícími přístroji o jmenovité hodně 3x50 A, pokud instalovaný soudobý výkon objektu odpovídá většímu proudovému zatížení je potřeba kabely dimenzovat dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2
- Síť nn je v ČR realizována pomocí rozvodné soustavy TN, kdy se ve slupku elektrické přípojky a elektroměrového rozvaděče nebo v hlavním domovním rozvaděči provádí rozdělení ze soustavy TN-C ,3/PEN, AC 400/230 V, 50 Hz (čtyř vodičová soustava) na TN-S, 3/N/PE, AC 400/230 V, 50 Hz (pěti vodičová soustava)

- Pro zvolení vhodné dimenze přívodního kabelu a velikosti hlavního jističe je potřeba vypočítat celkový instalovaný soudobý příkon a určit výpočtový proud dle vztahu:

$$I_n = \frac{P_{soud}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot cos\varphi} (A)$$

kde I_n je jmenovitý výpočtový proud,

P_{soud} je soudobý instalovaný příkon,

U_s je sdružené napětí,

$cos\varphi$ je účiník.

- Byť je obecná snaha minimalizovat spotřebu elektřiny rodinných domů, paradoxně se hodnoty instalovaných příkonů a tím pádem i výpočtových proudů pro rodinné domy zvyšuje, vlivem přechodu z vytápění pomocí plynových kotlů na tepelná čerpadla, elektrické topné podlahové vytápění a nástupem elektromobility, kdy příkon domácí nabíječky bývá až 22 kW
- Měděný kabel CYKY-J 4x10 mm^2 bývá pro většinu instalací dostačující. Velikost hlavního jističe má trend být vyšší, než doposud běžných 3x25 A a vycházejí spíše v rozmezí od 32 do 50 A, právě kvůli skutečnostem popsaným výše
- Soudobý příkon se určí součtem instalovaných příkonů jednotlivých skupin technologií vynásobených koeficientem soudobosti β. Pro bytové domy lze soudobý příkon a výpočtový proud určit jednodušeji než pro rodinné domy, dle normy ČSN 33 2130 ed. 3: Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody

Stupeň elektrizace	**A**	**B**
Maximální soudobý příkon bytu P_b, kW	7	11
Jmenovitý proud trojfázového jističe před elektroměrem, A	20	25

Obrázek 127 Elektrizace bytových jednotek (ČSN 33 2130 ed. 3)

- Pokud je v bytech použito elektrické vytápění či chlazení, musí se dimenzovat dle výpočtu soudobého příkonu, jako u rodinných domů
- Tato norma dokonce říká, že jmenovitou hodnotu hlavního jističe před elektroměrem lze snížit zajištěním optimalizace spotřeby pružným blokováním některých spotřebičů v objektech vybavených programovatelnou instalací např. podle ČSN EN 50090-2-2, v případě této práce by se tedy jednalo o systém smarthouse

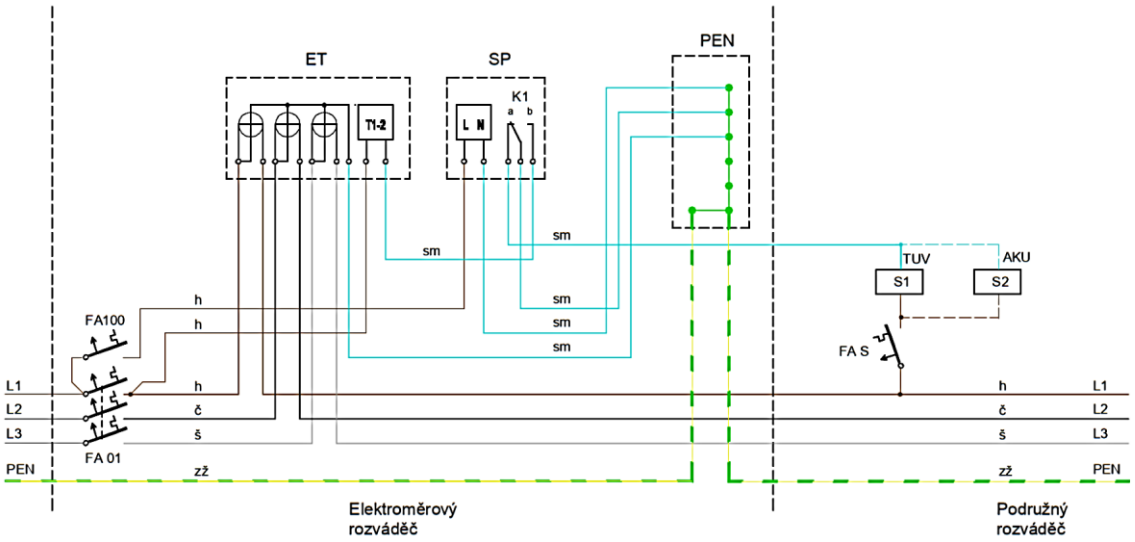
Tabulka 5 Doporučení pro hodnotu koeficientu soudobosti β

Technologická skupina	*β* (-)
Osvětlení	0,6
Zásuvky obecné	0,5
Kombinovaná chladnička	0,6
Varná deska	0,5
Trouba	0,6
Myčka	0,6
Mikrovlnná trouba	0,6
Pračka	0,6
Sušička	0,6
Elektrický bojler	0,5
TČ pro TUV	0,4
ZTI	0,5
ZVT	0,7
Vytápění přímotopné	0,6
Chlazení	0,6
Stínění	0,2
Nabíječka elektromobilu	0,3
PZTS	1
Smart house	1

- Dále je potřeba brát v potaz, že chlazení a vytápění nepoběží ve stejnou roční dobu, tudíž pro dimenzování je vhodné započítat jen jednu technologii s vyšším soudobým příkonem
- V elektroměrovém rozvaděči je potom umístěn certifikovaný zaplombovaný elektroměr distribuční společnosti, zaplombovaný hlavní jistič a jistič HDO, který je dnes spíše standardem, z ER do HDR potom vede napájecí kabel nejčastěji CYKY-J 4x10 mm^2 a CYKY-J 5x1,5 mm^2 pro ovládání HDO
- Zálohování domu je řečeno v rámci správně nastaveného FV systému s dostatečně velkým bateriovým úložištěm viz. kapitola 3.28, dům by měl být schopen přecházet do ostrovního režimu bez přerušení napájení
- I v případě instalace FVE s bateriovým úložištěm, je vhodné instalovat UPS, kterou bude zálohován systém smarthouse a internetové připojení, tedy RACK

PŘÍKLAD VÝZPROJE ER PRO RD:

- Hlavní jistič: 3x40 A, char. B, 10 kA zkratová odolnost
- Jistič HDO: 1x6 A, char. B, 10 kA zkratová odolnost
- 3f elektroměr
- Spínací prvek HDO
- Svorkovnice PEN



Legenda:

ET - elektroměr třífázový
FA01 - jistič před elektroměrem
FA100 - jistič obvodu spínacího prvku (2-6A)
FA S - jistič stykače(ů) blokování
PEN - svorkovnice PEN
SP - spínací prvek
S1,2 - blokování akumulačních spotřebičů - bojleru (TUV) a akumulačního vytápění (AKU) lze realizovat jedním stykačem

Obrázek 128 Zapojení třífázového dvoutarifového elektroměru s jedno povelovým spínacím prvkem – soustava TN-C s blokováním instalovaných akumulačních spotřebičů do celkového příkonu 10 kW

4 Příkladová studie

V této části práce budu vyšetřovat projekt rodinného domu v ČR, na jehož realizaci se podílí společnost Heat Energy, s.r.o., která mi tento projekt poskytla pro diplomovou práci a následně jako základ pro vytvoření konceptu chytrého domu pro tuto firmu.

RD bude vybaven technologiemi pro zajištění kvality vnitřního klimatu, jako je VZT jednotka se ZZT a ZZV a elektrické podlahové vytápění. Bude zde instalován sběrnicový smart home systém, automatické stínění a střešní FVE.

Z důvodu zachování anonymity stavebníka ostatních zúčastněných, nebude uvedena konkrétní adresa, razítka a hlavičky PD a názvy ostatních společností podílejících se na realizaci této stavby. V některých případech budou zveřejněny jen částečné výkresy a nebudou sděleny detaily stavby, celý popis výrobků, konkrétního řešení nebo zapojení z důvodu zachování firemního tajemství.

V následujících podkapitolách budu vždy popisovat jakým způsobem je provedeno/navrhnuto dané koncepční, technické nebo technologické řešení a zhodnotím jeho pozitiva a nedostatky v rámci doporučení pro smart house, které jsem představil v kapitole 0 a 3.

Obrázek 129 Vizualizace RD

4.1 Chrakteristika stavby

Předmětem projektu je novostavba rodinného domu na okraji malého města v Čechách, sloužící pro rodinné bydlení. Navrhovaná stavba je jednoduchého obdélníkového půdorysu s jedním nadzemním podlažím a obytným podkrovím, bez podsklepení. Zastřešení sedlovou střechou se sklonem 35°. Funkčně se v objektu nachází jedna bytová jednotka 6+kk a technické zázemí. Spodní část je navržena jako hlavní obytná zóna s technickou částí a pokojem pro hosty, součástí stavby je rovněž garáž pro 1 OA, podkroví je klidovou zónou s ložnicemi, hygienickým zázemím a saunou. Zastavěná plocha je 137 m^2, užitná plocha 221 m^2. Pozemek bude oplocený s vjezdovou bránou s pohonem a brankou pro pěší.

Orientace hlavních fasád SZ-JV, vstup a vjezd z JZ, soukromá část domu je orientována převážně na J a V. Osvětlení je navrženo jako kombinované, denní osvětlení zajištěno oknem v každé místnosti a umělým osvětlením.

Stavba je navržena jako zděná z vápenopískových bloků s vnějším zateplením, se založením na základových pasech, vodorovná nosná konstrukce stropu je z keramických nosníků a vložek s přebetonováním, doplněná ocelovými prvky. Krov je klasický tesařský vázaný – krokevní soustava s kleštinami a s ocelovými středními vaznicemi, zateplení střešního pláště bude provedeno v úrovni dřevěných prvků a pod nimi. Střešní krytina je navržena jako tašková keramická, příp. betonová. Objekt je navržen jako objekt s velmi malou energetickou náročností a tomu jsou přizpůsobeny i skladby obálky budovy a také navrhované technologie pro vytápění, větrání a přípravu TV.

V dané lokalitě se nacházejí veškeré dostupné sítě technické infrastruktury, a to splašková kanalizace gravitační, vodovod, plynovod STL (nebude využit) a elektro nn. Přípojka elektro a plynu je již realizována na hranici pozemku do pilíře měření, dále je provedena přípojka splaškové a dešťové kanalizace, zakončená revizními šachtami za hranicí pozemku. Technická infrastruktura byla vybudována v rámci výstavby lokality pro stavbu RD. Likvidace dešťových vod bude probíhat na pozemku stavebníka, primárně bude dešťová voda akumulována v nádrži a zpětně využita pro zálivku zahrady a splachování WC.

Pozitiva: Díky obytnému podkroví je k dispozici velká užitná plocha vzhledem k poměrně malé zastavěné ploše. Sklon střechy je vhodný pro instalaci FVE s našich zeměpisných podmínkách. Obytné místnosti jsou situovány k JV, což přinese lepší proslunění v zimních měsících a pozitivní solární zisky, Na SZ straně se nachází minimum oken, a spíše technické a hygienické zázemí.

Nedostatky: Orientace hlavních fasád není J-S. Nebude tudíž využit maximální potenciál výroby FVE a využití pasivních solárních zisků. Tato skutečnost zapříčiněna pravděpodobně orientací pozemku, příjezdové komunikace a podmínkami územního plánu v dané lokalitě.

4.2 Tepelně technická charakteristika budovy

Objekt je navržen v souladu s požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na tepelnou ochranu budov platnými souvisejícími energetických předpisů. Všechny konstrukce obálky budovy jsou navrženy na minimálně doporučené hodnoty pro pasivní domy dle uvedené ČSN. Stavba je navržena jako objekt s velmi malou energetickou náročností – stavba s téměř nulovou spotřebou energie.

Pro obvodové zdivo jsou použity vápenopískové cihly KM Beta SENDWIX tl. 200 mm s vnějším zateplením šedým EPS min. 260 mm, lokálně minerální izolací, ve skladbě podlahy na terénu v 1NP bude použit šedý polystyrén v tl. minimálně 200 mm. Zateplení střechy je navrženo mezi a pod krokvemi minerální izolací v tl. min. 420 mm.

Okenní výplně a balkónové dveře budou zaskleny tepelně izolačním trojsklem $U_{w,max}$ = 0,80 W·m^{-2} ·K^{-1}. Okenní rámy a křídla okenních otvorů a stěn budou v plastovém provedení se skrytým kováním. Vstupní dveře budou použity s U_d < 0,9 W·m^{-2} ·K^{-1} (hlavní vstupní dveře) a U_d < 1,2 W·m^{-2} ·K^{-1} (z garáže do RD).

Potřeba tepla na vytápění bude cca. 20 kWh·m^{-2} ·a^{-1}.

Pozitiva: Dům má velice dobré tepelně technické vlastnosti s obálkou navrženou na nákladově optimální úrovni. Pro výplně stavebních otvorů jsou navržena okna a dveře s velice dobými izolačními vlastnostmi. Největší prosklené plochy, jako HS portály jsou orientovány jižním a východním směrem. Ne všechna okna jsou volena jako otevíravá, což zlepšuje celkové izolační vlastnosti budovy.

Nedostatky: RD je navrhován dle již neplatných požadavků pro NZEB, tedy do 31.12.2022, nicméně je zde počítáno s instalací FVE, která výrazně omezuje podíl neobnovitelných zdrojů v celkové dodané energii. Bohužel mi jako podklad nebyl poskytnut PENB nebo jiný podrobný energetický výpočet.

4.3 Technická a technologicná zařízení

VYTÁPĚNÍ:
V objektu bude realizována podlahová otopná soustava pomocí odporových topných kabelů MWire s výkonem 10 W/m. V následující tabulce jsou popsány jednotlivé topné okruhy.

Tabulka 6 Topné okruhy RD

OKRUH	PŘÍVOD	MÍSTNOSTI	PODL. PLOCHA (m^2)	VÝKON (W)	ROZTEČ (cm)
1	1xCYKY-J 3x1,5	101 Zádveří	5,85	550	9,98
2	1xCYKY-J 3x1,5	102 Chodba	4,88	450	9,97
3	2xCYKY-J 3x1,5	104 Obývací pokoj + kuchyně	34,62	3 000	10,90
4	1xCYKY-J 3x1,5	106 Pracovna	13,04	1 100	11,26
5	1xCYKY-J 3x1,5	112 Koupelna	4,67	550	10,00
6	1xCYKY-J 3x1,5	113 WC	1,25	120	11,30
7	1xCYKY-J 3x1,5	202 Chodba	7,07	550	12,65
8	1xCYKY-J 3x1,5	203 WC	2,60	250	10,00
9	1xCYKY-J 3x1,5	204 Koupelna	4,16	450	9,02
10	1xCYKY-J 3x1,5	205 Koupelna	7,70	950	8,82
11	1xCYKY-J 3x1,5	206 Ložnice	16,45	1 700	10,32
12	1xCYKY-J 3x1,5	208 Pokoj	20,96	2 000	10,83
13	1xCYKY-J 3x1,5	209 Pokoj	20,09	1 700	11,76
14	1xCYKY-J 3x1,5	210 Ložnice	12,95	1 100	10,40
Celkem			156,29	**14 470**	

V daném objektu budou vytápěny všechny prostory kromě technické místnosti, garáže, spíže a schodiště. Detail umístění kabelových vývodů a vytápěných zón je k nalezení v příloze č.1.

Dle výpočtů projekčního oddělení Heat Energy je odhadovaná tepelná ztráta, při vnitřní výpočtové teplotě t_i = 20 °C a venkovní výpočtové teplotě t_o = -15 °C, 6,6 kW a odhadovaná roční spotřeba el. energie podlahové otopné soustavy je 7,7 MWh. To je zhruba 41 $kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Je počítáno se skladbou podlahy v 1NP Anhydrid AE 25 tl. 50 mm + Styro EPS 150 tl. 230 mm a 2NP AE 25 tl. 50 mm + Styrofloor T4 tl. 50 mm.

Regulace otopné soustavy bude provedena pomocí smart home systému Loxone, který bude monitorovat vnitřní prostorovou teplotu Loxone Touch ovladači a zároveň teplotu podlahy

pomocí podlahových čidel. Topné okruhy budou spínány SSR polovodičovými relé, která budou ovládána reléovými moduly systémem Loxone v rozvaděči.

Pozitiva: Pro vytápění je navrhnuta elektrická přímotopná podlahová soustava, která je zcela řízena smart home systémem. Tento způsob vytápění disponuje velkou flexibilitou a možností individuálního nastavení teploty pro každou místnost. Na základě informací o přítomnosti uživatelů, teploty, meteorologických dat a stavu oken (otevřeno/zavřeno), bude systém rozhodovat, jak bude v místnostech otopná soustava regulována.

Smart home systém bude řídit také energetický management tohoto objektu, takže bude moct přispět k jeho optimalizaci na základě sbíraných statistických dat.

Nedostatky: Nemohl jsme porovnat energetické výpočty provedené zúčastněnými stranami na tomto projektu. Jelikož se jedná o jeden z pilotních projektů tohoto typu pro společnost Heat Energy, reálnou energetickou náročnost tohoto objektu bude možné zhodnotit až po dlouhodobém sběru dat, například po ukončení jedné otopné sezony.

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY:

Teplá užitková voda objektu bude zajišťována pomocí bojleru s tepelným čerpadlem pro přípravu TUV alpha innotec BWP 260S, které disponuje zásobníkem teplé vody o objemu 347 l. Připojuje se pohyblivým přívodem do samostatně jištěné zásuvky 230 V 10 A, elektrický příkon zařízení je 1500 W, tepelný výkon 1,7 kW s COP při teplotě venkovního vzduchu 7 °C je 3,69. Příkon samotného TČ výrobce neuvádí.

Zřízení bude instalováno v technické místnosti a bude využívat venkovní vzduch, který bude přiveden VZT potrubím ze SZ strany fasády.

Zařízení umožňuje připojení jiného teplovodního zdroje, jako je fototermický systém nebo teplovodní okruh kotle na peletky, dřevo apod.

Dále umožňuje řízení chodu TČ a přídavné topné patrony podle výroby z FVE. Chod zařízení lze ovládat přes bezpotenciálový kontakt (on/off) nebo na základě analogového signálu (0-10 VDC, 0-3 VDC, 4-20 mA), kde určitá úroveň analogového signálu odpovídá dostupnému výkonu FVE.

Zařízení je také vybaveno přírubou pro připojení cirkulačního okruhu teplé vody.

Zároveň toto zařízení umožňuje modbus komunikaci, pomocí které bude propojeno se smart home systémem Loxon.

Pozitiva: TČ pro výrobu TUV je mnohem lepší volba pro přípravu teplé vody než klasický bojler s topnou patronou, jelikož má zhruba třetinové náklady na ohřev. BWP 260S bude moct být uživatelem ovládáno přes Loxone aplikaci, systém bude schopen jednotce automaticky nastavit režim dovolaná při dlouhodobé nepřítomnosti uživatelů, boost při využívání sauny apod. Zároveň bude chod TČ a topné patrony řízen na základě informací o výrobě z FVE. Objem akumulační nádoby pro TUV je dostatečně velký na to, aby pojal zhruba 20 kWh přebytků výroby FVE. Chod cirkulačního čerpadla bude rovněž řízen smart home systémem, na základě přítomnosti osob u zařizovacích předmětů, jsou tak očekávány menší tepelné ztráty vlivem cirkulace vody v potrubí, při zachování stejného komfortu.

Nedostatky: Jelikož v domě nebude instalován jiný zdroj tepla, který by šel připojit k výměníku instalovanému v akumulační nádrži, nebude tato funkce využita. Principiálně se nejedná o nedostatek, spíše volbu stavebníka.

NUCENÉ VĚTRÁNÍ:

Větrání RD bude zajišťovat větrací jednotka Jablotron Futura L s řízeným entalpickým výměníkem umístěné v technické místnosti. Jednotka disponuje variabilním průtokem větracího vzduchu od 100 do 350 m^3/h, bude napájena ze samostatně jištěné zásuvky 230 V 16 A a připojena k domácí síti pomocí kabelu UTP Cat.6a.

Systém větrání je navržen jako rovnotlaký, s přívodem větracího vzduchu do obytných místností a odtahem z hygienických a technických prostor.

Tabulka 7 Bilance VZT pro RD

Č.M.	NÁZEV MÍSTNOSTI	POČET VYÚSTEK	PŘÍVOD (m^3/h)	ODTAH (m^3/h)
1.01	Zádveří	1	-	15
1.02	Hala	-	-	-
1.04	Obytný prostor +KK	5	90	100
1.05	Spíž	-	-	-
1.06	Pracovna	1	30	-
1.08	Garáž	-	-	-
1.09	Tech. Místnost	1	-	15
1.2	Koupelna	1	-	50
1.3	WC	1	-	25
2.01	Schodiště	-	-	-
2.02	Hala	-	-	-
2.03	WC	1	-	25
2.04	Koupelna	1	-	50
2.05	Sauna	1	30	-
2.06	Pokoj	1	30	-
2.08	Herna	1	30	-
2.09	Pokoj	1	30	-
2.10	Ložnice	1	30	-
CELKEM		17	270	280

Trasy potrubí u umístění vyústek jsou potom zobrazeny v příloze č.2.

Rozdělovací boxy budou umístěny v podhledu technické místnosti a budou doplněny o systém zónového větrání VarioBreeze. Na boxy budou nasazeny regulační klapky ovládané VZT jednotkou přes sběrnici RS485.

Jednotka je dále doplněna Chladicím/topným modulem CoolBreeze. Ten se skládá z tepelného čerpadla vzduch-vzduch, který ochlazuje nebo dohřívá odpadní vzduch před vstupem do výměníku. Napájena je pouze venkovní jednotka samostatně jištěným pevným přívodem 230 V 16 A. Futura L s CoolBreeze dosahuje chladícího výkonu až 3900 W a topného výkonu až 4120 W.

Venkovní vzduch bude nasáván z JZ strany fasády EEP potrubím Ø 150 mm vnitřní /Ø 210 mm vnější a odpadní vzduch vyfukován na SZ straně fasády EEP potrubím Ø 150 mm vnitřní /Ø 210 mm vnější. VZT rozvody budou realizovány antibakteriálním flexibilním potrubím o Ø 90 mm.

Zónové větrání bude řízeno na základě informací o koncentraci CO_2 z komfortních senzorů Loxone a poloze oken, která bude monitorována magnetickými kontakty.

Pozitiva: VTZ jednotka je vybavena entalpickým výměníkem, díky kterému bude zajištěna optimální vlhkost bez další nutnosti odvlhčování. Nasávání vzduchu bude realizováno na jiné straně fasády než výfuk, tudíž je minimalizováno zpětné nasávání odpadního vzduchu. Zároveň je jednotka doplněna o tepelné čerpadlo CoolBreeze, které zajistí příznivější teplotu přiváděného vzduchu v chladnějších dnech, kdy je ještě zbytečné topit podlahovou soustavou a v létě nahrazuje klimatizaci, která byla v tomto objektu původně zamýšlena. Futura je plně integrovatelná do Loxone, tudíž bude optimalizován chod zónového větrání.

Nedostatky: Otevíravá střešní okna nebudou opatřena MG kontakty, tudíž nebude možné ovládat větrání těchto místností, kde se nacházejí na základě informací o jejich poloze. Opět se jedná o volbu investora.

STÍNĚNÍ:

Okna v místnostech 1.04, 1.06, 2.06, 2.09 a 2.10 budou osazena venkovními žaluziemi s pohonem motory Geiger Air, které lze přímo ovládat bezdrátově pomocí Loxone. Stínění bude ovládáno automaticky na základě denní doby, meteorologických dat z meteostanice, požadavku dosažení komfortní teploty, úrovně osvětlení v místnosti nebo manuálně pomocí Loxone Touch tlačítek v místnostech nebo přes mobilní aplikaci.

Okna v místnostech 1.08, 1.09, 1.2 a na schodišti nebudou žaluziemi osazena. Žádným automatickým stíněním nebudou opatřena ani střešní okna ve 2NP.

Pozitiva: Volba bezdrátově ovládaných motorů, které jsou plně integrovány do Loxone, znamená výrazné zjednodušení kabelové přípravy, kde motory je možno smyčkovat pouze kabelem CYKY-J 3x1,5, zároveň odpadá nutnost využívat pro jejich ovládání jiné ovladače, aplikace nebo tlačítka. Automatika řízení stínění může přinést výrazné energetické úspory a světelný komfort uživatelům.

Nedostatky: Bohužel střešní okna ani okna na SZ fasádě stavebník neplánuje osadit automatickým stíněním, tudíž zde nebude povedena ani kabelová příprava. Automatickým stíněním právě střešních oken na JV straně by se dalo zabránit velkým pasivním solárním ziskům v letním období.

UMĚLÉ OSVĚTLENÍ:

V objektu je plánováno celkem 36 světelných okruhů ovládaných Loxone systémem. Z toho se jedná o spínání 3 okruhů pro venkovní svítidla, spínaní svítidel v koupelnách, na schodišti, v garáži, technické místnosti nad kuchyňkou linkou, jídelním stolem a konferenčním stolkem. Dále spínání a stmívání LED pásků zabudovaných v kuchyňské lince a pod stupnice jednotlivých schodů na schodišti a na terase, u televize bude instalován RGBW LED pásek. Ostatní světelné okruhy napájí svítidla Loxone. V obývacím prostoru a koupelnách budou použita zápustná bodová svítidla RGBW ovládaná pomocí Tree sběrnice. V pokojích budou použita talířová RGBW Loxone Tree svítidla se zabudovaným pohybovým senzorem v kombinaci se zápustnými bodovými WW Loxone svítidly s možností stmívání pomocí PWM řízení umístěných také na komunikacích a v kuchyni.

Všechna svítidla budou napájena kabely CYKY-J 3x1,5 a svítidla napojená na Tree sběrnici budou prosmyčkována kabely UTP Cat.6. Pro RGBW LED pásek bude použit kabel CYSY 5x1,5 a pro monochromatické led pásky potom CYSY 2x1,5.

Osvětlení bude řízeno na základně měření požadovaného jasu v místnosti, časového harmonogramu a uživatelsky pomocí Touch tlačítek.

Pozitiva: Ovládání všech svítidel bude zprostředkováno pomocí Loxone, tudíž stejně jako u stínění odpadá nutnost instalace tlačítek/vypínačů jen pro osvětlení. Kabeláž pro všechny světelné okruhy je tažena paprskovitě z rozvaděče. Při případné změně smart home systému nebo svítidel nebude potřeba sekat kabeláž. Loxone svítidla na 24 VDC budou napájena kabely CYKY-J 3x1,5, což umožňuje i případnou výměnu za svítidla s napájením 230 VAC. Zároveň je osvětlovací soustava navržena podle konkrétních svítidel (Loxone nebo jiná s napájením 230 VAC), takže je omezeno množství kabelů, které by bylo potřeba připravit pro univerzální řešení rozvodu osvětlení. Automatika osvětlení je zajištěna senzory přítomnosti a jasu ve všech místnostech.

Nedostatky: Osvětlovací soustava je navržena podle konkrétních svítidel (Loxone nebo jiná s napájením 230 VAC) a tomu odpovídá i projektovaná kabeláž, která není univerzální. Kabelová příprava pro RGBW LED pásek by měla být realizována spíše kabelem pro tento účel vyrobeným (CYSY 5x1 RGBW) viz. Obrázek 56, bohužel je tento kabel mezi elektrikáři málo známý a na českém trhu poměrně nedostupný.

PŘÍSTUPOVÝ SYSTÉM:

Na sloupku plotu u vstupní branky bude umístěn interkom Loxone, napájený kabelem UPT Cat.6 přes PoE injektor.

Ovládání vjezdové brány a garážových vrat bude integrováno do Loxone, pro bránu i vrata je použita univerzální kabelová příprava kombinací CYKY-J 5x2,5 a JYSTY 4x2x0,8.

U hlavních vstupních dveří bude instalována NFC kódová klávesnice na sběrnici Tree, která bude sloužit k odemčení vstupních dveří o odstřižení alarmu.

Pozitiva: Loxone interkom je malý a kompaktní, má senzor přiblížení, díky kterému se aktivuje jen, pokud ve své blízkosti zaznamená pohyb. Vjezdová brána, garážová vrata u elektronický zámek hlavních vstupních dveří bude integrován do Loxone, tudíž budou všechny přístupové body do domu ovládány jedním systémem.

Nedostatky: Loxone interkom je poměrně snadné z montážního rámečku ukrást, je vhodné k němu instalovat ještě kryt. Intercom se nachází mimo ochranou zónu LPS, je potřeba přívodní kabel opatřit přepěťovou ochranou. Vhodný typ jsem ale na trhu nenašel a Loxone tuto problematiku vyřešenou také nemá.

U vstupní branky investor nepočítá s elektronickým ovládáním zámku, tudíž bude návštěvu muset pouštět vjezdovou bránou. Nebude zde ani provedena kabelová příprava pro el. zámek.

ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM:

Elektronické zabezpečení objektu bude realizováno pomocí systému Loxone. Plášťová ochrana bude zajištěna MG kontakty zabudovanými v otevíravých oknech a dveřích na terasu. Kabely od MG kontaktů budou nataženy v chráničce pod stropem a budou připojeny k přívodnímu mnohožilovému kabelu v místě instalace nejbližšího svítidla. Vnitřní prostorová ochrana bude

zajištěna zápustnými senzory přítomnosti Loxone Tree. Tyto senzory kombinují PIR senzor s horizontálním úhlem detekce 360° a vertikálním 110°, senzor osvětlení od 0 do 32 000 lx a akustický senzor od 60 Hz do 20 kHz, Budou připojeny na Tree sběrnici a umístěny ve všech místnostech, protože slouží také pro ovládání osvětlení. Dále bude objekt vybaven 4 bezdrátovými optickými detektory kouře (garáž, tech. místnost, KK, sauna) a 3 záplavovými senzory (KK a koupelny).

K hlavnímu přívodu vody bude provedena kabelová příprava pro elektromechanický ventil pro uzavření přívodu vody v případě zaznamenání úniku vody.

Pro akustický alarm bude využit audio systém a pro optický alarm bude sloužit osvětlení domu. Zároveň se při narušení objektu vysunou všechny žaluzie.

Pozitiva: Smart home systém Loxone svými schopnostmi nahrazuje klasický zabezpečovací systém, odpadá tak nutnost připravovat dvojí kabeláž nebo používat dvojí senzory pohybu, např. pro automatiku osvětlení a pro zabezpečovací zvlášť, vyhrazovat místo pro umístění ústředny, řešit komunikaci apod. V systému lze nastavit více úrovní zabezpečení, například jen plášťová, když obyvatelé spí a dům je přepnut do nočního režimu. Zároveň lze pro signalizaci poplachu využít osvětlení a audio systém a není potřeba montovat sirénu. Požární hlásiče a senzory úniku vody jsou součástí jednoho systému. Loxone také umí simulovat přítomnost obyvatel, tzn. že, předchází narušení objektu

Nedostatky: Střešní okna nemají plánovány MG kontakty, není proto zajištěna kompletní plášťová ochrana objektu. Loxone není certifikovaný zabezpečovací systém dle ČSN EN 50131, lze však využít placených služeb call servisu. Pro systém samotný není plánovaná dedikovaná UPS, tudíž při vybití baterie FVE dojde i k vypnutí el. zabezpečení.

KAMEROVÝ SYSTÉM:

Na fasádě východního rohu domu bude instalována dvojice PoE kamer se zorným polem 180° a v garáži PoE kamera se zorným polem 100°. Systém bude opatřen záznamovým zařízením. Venkovní kamery mají schopnost rozeznávání obličeje, osob a vozidel. Dále schopnost smart stracking nebo ohlášení překročení vyhrazené linie či prostoru.

Pozitiva: Kamerový systém s těmito schopnostmi lze využít pro rozšíření zabezpečovacího systému o perimetrickou ochranu nebo přístupového systému automatiku otevírání brány na základě rozpoznání vozidla. Pomocí mobilního telefonu může mít uživatel přehled nad svým domem odkudkoliv. PoE napájení šetří kabeláž.

Nedostatky: Kamery hlídají jen 2 strany objektu a s využitím rozpoznání vozidel a osob nebylo počítáno. Nicméně stavebník požadoval pouze tyto 3 kamery a možnost dálkového dohledu a záznamu.

AUDIO SYSTÉM:

Ve 2NP budou v pokojích 2.06, 2.08, 2.07 a 2.10 umístěny dvojice stropních zabudovaných reproduktorů, pro každý bude do backboxu zaveden kabel CYH 2x2,5. V místnostech, 2.04 a 2.05 bude pouze jeden stereo reproduktor, tzn, do každého backboxu je potřeba 2 kabely. Stropní reproduktory budou umístěny také v místnosti 1.04 a dvojice reproduktorů nad pohovkou a jeden stero reproduktor na KK. Na terase bude umístěna dvojice nástěnných reproduktorů Bose 251. Pro distribuci a zpracování audia bude využit Loxone Audio server a stereo rozšiřující moduly umístěné v rozvaděči.

Audio systém bude také sloužit jako akustický alarm nebo zvonek.

Pozitiva: Audio systém bude skrytý, reproduktory ve sníženém podhledu, Audio server v rozvaděči. K Audio serveru lze připojit mnoho zvukových zdrojů, jako lokální úložiště nebo hudba uložená na PC v domácí síti, či streamovací služby. Zvuk lze ovládat nástěnnými Touch ovladači, není potřeba instalovat speciální tlačítka, nebo pomocí telefonu, zároveň se může hudba zapínat a vypínat podle pohybu obyvatele v domě. Loxone audio systém nahrazuje zvonek.

Nedostatky: Loxone audio systém disponuje poměrně malým výkonem, pouze 50 W špičkově na kanál, proto není vhodný pro realizaci náročných systémů jako jsou velká domácí kina apod.

HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU A ZAVLAŽOVÁNÍ:

V projektu byla původně plánována retenční nádrž na dešťovou vodu s jejím využitím pro splachování WC a zavlažování zahrady, nicméně v průběhu realizace se od toho systému upustilo. Retenční nádrž se zavlažovacím systémem bude případně dodělána dodatečně a bude zvolen systém kompatibilní se systémem Loxone.

FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA:

Na JV stranu střechy bude instalováno 12 FV modulů o výkonu 450 Wp, tedy celkem 5,4 kWp. Moduly budou spojeny sériově do dvojic a dvojice potom paralelně k sobě. Bude tak vytvořen jeden string připojený kabely H1Z2Z2-K 6 mm^2 k MPPT regulátoru Victron, který bude nabíjet 4 48V $LiFePO_4$ baterie o celkové kapacitě 14,4 kWh. K bateriím budou připojeny 3 jednofázové měniče Victron, které se budou starat o napájení AC rozvodu. Řízení a monitorování FVE a bateriového úložiště bude řešeno pomocí modulu Cerbo GX, který je připojen k domácí síti a internetu a dokáže komunikovat se systémem Loxone. Realizaci a zapojení FVE bude řešit samostatný projekt, který v současné době ještě není zpracován. Předběžné výpočty říkají, že FVE v této konfiguraci bude schopna pokrýt zhruba 35 % celkové spotřeby el. energie za rok.

Pozitiva: Systém Victron bude spolupracovat s Loxonem pro optimální řízení výroby z FVE, nabíjení a spotřeby elektřiny v domácnosti, takto postavený systém bude připraven pro zavedení smart gridu apod. Zároveň Victron umožňuje plynulý přechod do ostrovního režimu.

Nedostatky: Vzhledem k poměrně malému instalovanému výkonu, bude FVE schopna pokrýt jen zhruba třetinu spotřeby domu. V rámci tohoto projektu není počítáno s ovládáním zásuvek a měřením spotřeby jednotlivých spotřebičů, což značně limituje možnosti energetického management. Zejména pro zpětnou vazbu a ověření, zda je aktuální nastavení systému optimální. Řešení komunikace mezi FVE systémy s ostatními smart home systémy se stále vyvíjí. Souhra těchto systémů záleží na softvérovém řešení a míře integrace ostatních technologií do smart house. Pokud dojde k výpadku elektrické energie může Loxone zablokovat vytápění a přípravu teplé vody, které přestavují největší spotřebiče. Ostatní spotřebiče bude muset uživatel vypnout nebo odpojit sám, aby nedošlo k přetížení měničů, nebo příliš rychlému vybití baterií. Systém však lze bez problému doplnit o smart zásuvkové moduly Loxone, které umožňují automatické odpojení.

SAUNA:

Sauna nebude na základě požadavků stavebníka integrována do Loxone, v případě pořízení saunového systému umožňujícího bezdrátovou komunikaci přes domácí síť je její ovládání možné do smart home dodatečně přidat.

WALLBOX:
S elektromobilitou v tomto domě stavebník nepočítá a není uvažováno ani s kabelovou přípravou.

DALŠÍ FUNKCE A OVLÁDÁNÍ SMART HOUSE:
Pozitiva: Kromě výše zmíněných funkčností na základě integrace jednotlivých technologických celků dokáže Loxone vytvářet scény nebo přecházet mezi různými režimy domu, a to ať už z hlediska úspory energie, např. režim dovolená (útlum vytápění a větrání, zastavení přípravy teplé vody, simulace přítomnosti, plná aktivace el. zabezpečení), nebo pro zvýšení komfortu uživatele, např. noční režim (aktivace plášťové ochrany, zapínání jen tlumeného osvětlení v teplém spektru, vypnutí zvonku, zatažení žaluzií, následně příjemné probuzení postupným otevíráním žaluzií a hudbou).

Loxone spolupracuje se systémem Apple Home Kit, tudíž lze dům ovládat i hlasově přes hlasového asistenta Siri a integrovat všechny další smart zařízení fungující s Apple Home Kit do jednoho ekosystému.

Jedna z největších předností Loxone je možnost nastavení libovolné funkčnosti dotykových Touch tlačítek, které mají 5 samostatných dotykových bodů, a ještě lze nastavit reakce na několikanásobný dotek nebo držení. Také má ve svém portfoliu ovládací prvky zabudovatelné do libovolných nekovových materiálů, které jsou v tomto projektu využity.

Nedostatky: Investor si nepřál využít pevné montáže tabletu na zeď jako statického uživatelského rozhraní pro ovládání a nastavování chytrého domu.

Loxone nenabízí v rámci své aplikace 3D nebo 2D vizualizaci domu. Lze však zařídit pomocí rozhraní třetích stran.

Při výběru spotřebičů a technologií je třeba dbát na to, jestli je lze integrovat do konkrétního použitého smart home systém, v tomto případě Loxone.

Stavebník se rozhodl nevyužít možnost kombinace kuchyňské digestoře FABER s VZT jednotkou Fututa a bude používat cirkulační digestoř.

Projekt dále neřeší ostatní domácí spotřebiče.

Pozn.:

Půdorysy elektro projektu pro smart house jsou zobrazeny v příloze č.3. Dokumentace rozvaděče nebude zveřejněna z důvodu zachování firemního tajemství.

Závěr

Tématem diplomové práce bylo vyšetření přístupu k návrhu chytrých domácností jejich vnímání laickou a odbornou veřejností a nastínění budoucího vývoje těchto technologií. Jako hlavní cíl jsem si stanovil, vytvoření souhrnu doporučení pro navrhování chytrých domů, a to na základě rozhovorů a podkladů poskytnutých společnostmi působícími na smart house trhu. Tato doporučení jsem se snažil sestavit tak, aby byla obecná a použitelná u většiny aktuálně, a v blízké budoucnosti, řešených projektů novostaveb rodinných domů v České republice. V poslední části této práce jsem na projektu poskytnutém společností Heat Energy ukázal řešení smart home projektu s použitím konkrétních technologií a systémů. Vysvětlil jsem, jakým způsobem jsou do chytré domácnosti zakomponovány a ukázal pozitiva a nedostatky tohoto řešení.

V první části této práce jsem se zabýval, jaká je vlastně definice chytré domácnosti a jestli je nějaký rozdíl v chápání ostatních používaných synonym v české a zahraniční literatuře. Zjistil jsem, že neexistuje žádná oficiální definice, co to chytrá domácnost nebo chytrý dům je. Odborná veřejnost dokonce vyzývá k jednotné definici. Dle mého názoru je zbytečné řešit nějaké přesné definice daného pojmu. Označení smart home, chytrý dům nebo domácnost by měly být brány jako synonyma. Proto byly tyto výrazy rovnocenně používány jako synonyma mající stejný význam v průběhu celé práce. Důležité je, že všechna tato označení se týkají rezidenčních budov a zařízení v nich instalovaných. A to, co všechny tyto budovy spojuje, je určitá míra automatizace a propojování technologií za cílem vytvoření jednoho funkčního ekosystému, který bude schopen zajistit, pro uživatele, co nejkomfortnější vnitřní prostředí se schopností optimálního využití energie a okolního prostředí k dosažení tohoto cíle. Rozdíl je naopak v tom, jaké technologie jsou pro to využity a jak velkou přidanou hodnotu pro uživatele mají.

Dosavadní průzkumy ukazují, že společnost začíná mít o chytré domácnosti velký zájem, vidí v nich potenciál úspory energie a přidanou hodnotu ve zvýšeném zabezpečení, vyšším komfortu a úspoře času. Největší obavu mají o spolehlivost, kompatibilitu a bezpečnost systému. Bylo však provedeno velmi málo odborných nezávislých průzkumů o skutečné užitečnosti těchto systémů. Užitečná data byla získána z prostředí budov s asistovanou péčí a z ortodoxní židovské komunity.

Jedním z hlavních podnětů ke zpracování této práce bylo mé osobní nadšení pro smart house technologie a systémy. Na základě mých dosavadních znalostí této tématiky si myslím, že se v blízké budoucnosti systémy domovní automatizace stanou součástí každé novostavby. Na základě prostudování výzkumů a prací z posledních let zabývajících se těmito tématy a rozhovorů se zástupci smart house společností jsem zjistil, že dochází ke stejnému závěru. Naznačuje tomu několik skutečností. V prvé řadě je to dostupnost bezdrátových smart technologií, jejich uživatelská přívětivost, velmi rychlý vývoj a zvyšující se spolehlivost. Dále evropská legislativa požadující snižování energetické náročnosti budov, podpora OZE a elektromobility, vytváření komunitní energetiky, postupné zavádění smart gridu. Také velká zainteresovanost předních technologických gigantů a množství pilotních projektů sofistikovaných chytrých domů, na kterých se učíme správně zacházet se zdroji energie, zkoumáme jejich možnosti a ověřujeme funkčnost koncepčních řešení.

V současné době je přístup k projektování chytrých domů založen na individuálním přístupu řešení. Nejčastěji se jedná o rozsáhlé a nákladné projekty pro luxusní rezidence. Vyžadují vytvoření MaR systému, na který navazují programátoři starající se integraci technologií a úpravy ovládání. O úroveň níže se nacházejí rodinné domy vybavené sběrnicovým nebo bezdrátovým smart home systémem. Míra integrace technologií spočívá v tom, co systém umí a práce na

projektu a programování není tak náročná. V poslední skupině se nacházení skupiny smart produktů, které si uživatelé většinou sami koupí a nastaví. V současné době se však všechny tři zmíněné druhy přístupu začínají prolínat.

Momentálně panuje na trhu se smart home technologiemi velký zmatek, jelikož je používáno mnoho komunikačních protokolů a vládně poměrně silný konkurenční boj. Tento problém má vyřešit nový komunikační protokol Matter zaštitovaný CSA. Ten má plánované představení na konci roku 2022 a má za cíl spojovat všechny smart home produkty s certifikací Matter, nehledě na výrobce nebo komunikační protokol, který používají.

Dalším velkým milníkem je inciativa EU a vytvoření hodnotícího indexu připravenosti budov pro chytrá řešení SRI. Tvůrci SRI věří, že jeho zavedení bude mít vliv na sjednocení trhu se smart technologiemi a vytvoří ve společnosti větší povědomí o výhodách a přidané hodnotě použití smart house technologií. SRI bude možno aplikovat jak na velké rezidenční a administrativní budovy, tak rodinné domy.

S tímto související je také zavedení V-PENB, které bude umožňovat porovnání reálné energetické náročnosti budovy s výpočtovou hodnotou. U rodinných domů je, pro zhodnocení a vizualizaci těchto výsledků, vhodný právě smart home systém, který může tato data dále použít ke zlepšení energetického managementu.

Projekt Českého soběstačného domu dokazuje, že je možné postavit moderní a komfortní ostrovní dům bez obětování komfortu a učí budoucí architekty a projektanty, jak vhodně kombinovat OZE a architekturu rodinných domů.

Na plně elektrifikovaném domě v Omicích se zase experimentuje s využitím smart home systému pro zajištění kvalitního vnitřního prostředí, optimalizaci energetického managementu a vyvíjí se zde algoritmus řízení spotřeby podle spotového trhu s elektřinou.

Druhá, hlavní a nejrozsáhlejší část této práce byla rozdělena na dvě části. V první části, nazvané Cesta k chytrému domu, jsem se zabýval, jakým způsobem je k novostavbě chytrého rodinného domu potřeba přistupovat. Opravdový chytrý dům není jen o použitých technologiích a ovládání mobilním telefonem. Je potřeba k němu přistupovat jako k celku, ke spolupracujícímu ekosystému, který má pevné základy v konstrukčním a architektonickém řešení. Toto řešení ve spolupráci s ostatními technologiemi a řídicím systémem zajišťuje optimální funkčnost a flexibilitu. Dále jsem se v této části zabýval používanými technologiemi a možnostmi jejich integrace do smart house systému a také vhodností a způsobu jejich použití. Následně jsem rozebral uživatelské ovládání chytrých domácností a jaké možnosti nám přinášení.

Další navazující část je vytvořena v podobě karet, jejichž většina má stejnou strukturu, kterou jsem se pro jednoduchou a rychlou orientaci snažil dodržet. Zabývám se v ní obecnými doporučeními pro projektování jednotlivých technologií, technologických celků a zařízení, využívajících slaboproudý a silnoproudý rozvod, z pohledu elektro projektanta nebo manažera smart house projektu. Snažím se zde podchytit nejzásadnější aspekty jejich návrhu, vypichuji důležité body, na které je potřeba si v průběhu přípravy a realizace projektu dát pozor, a zobecnit postup návrhu tak, aby v co největším počtu případů bylo toto řešení funkční, univerzální, ale zase, aby na druhou stranu nedocházelo ke zbytečnému předimenzování nebo nehospodárnosti rozvodu a instalovaných zařízení.

Druhá část této práce, tedy kapitoly 0 a 3 mají sloužit jako samostatná příručka sloužící začínajícímu elektro projektantovi, manažerovi zakázek, architektovi, koordinátorovi stavby, ale i stavebníkovi jako pomůcka pro zorientování se, alespoň na obecné, či univerzální rovině, ve velkém množství technologií, možností jejich kombinací, návrhu a integrace v rámci konceptu chytré domácnosti tak, aby bylo dosaženo spojení co největšího možného počtu dílčích technologií a stavebního řešení pro vytvoření funkčního ekosystému označovaného jako chytrý dům nebo chytrá domácnost.

V poslední části této práce jsem provedl rozbor projektu novostavby chytrého rodinného domu, na němž se podílí společnost Heat Energy, s.r.o., která zde realizuje systém nuceného větrání, otopnou soustavu, dodává tepelné čerpadlo pro přípravu teplé vody, instaluje střešní fotovoltaickou elektrárnu s bateriovým úložištěm a sběrnicový smart home systém Loxone. Nejprve jsme provedl stručný popis objektu, použitých materiálů a stavebních řešení. Následně jsem představil a vyšetřil řešení jednotlivých technologických celků podle rozdělení, jaké je použito v předchozí kapitole, popsal způsob jejich integrace do systému Loxone a zhodnotil, jaké toto řešení přináší pozitiva a jaké má nedostatky.

Z poznatků druhé a třetí části mé práce je patrné, že při řešení chytrého domu se sběrnicovým smart house systémem, někdy označovaným jako inteligentní elektroinstalace, se návrh ubírá dvěma směry. Pokud elektro projektant nemá dostatek informací o tom, jaké konkrétní technologie budou použity, musí zvolit univerzální řešení. Pokud má všechny potřebné informace, může zvolit návrh přípravy kabeláže na tuto konkrétní technologii.

Velmi důležitým poznatkem této práce je, že vzhledem k současné legislativě a trendům v občanské výstavbě, kdy mají domy těsnou izolovanou obálku a jsou do nich instalovány ZZT jednotky s rekuperačními výměníky a podlahové otopné soustavy, je v ideálním případě RD již od začátku projektován jako chytrý. Návrh probíhá v koordinaci se všemi dotčenými profesemi, v tomto případě i se smart home specialistou. Míra integrace technologií, funkčnost, vybavenost a možnosti ovládaní potom závisí primárně na tom, jakou přidanou hodnotu mají pro zákazníka a na kolik si ji cení.

Vytvořením souhrnu obecných doporučení pro projektování chytrých domů a rozborem používaných technologií v rodinných domech s možností jejich integrace do smart house systému jsem splnil stanovený cíl diplomové práce. Na základě poznatků této práce budu pokračovat ve vytváření funkčního smart house konceptu postaveném na konkrétním systému s konkrétním souborem technologií u kterého bude zaručena kompatibilita, funkčnost a vývoj optimálního energetického managementu chytrého domu.

Bibliografie

[1] DARBY, Sarah J. Smart technology in the home: time for more clarity. *Building Research & Information* [online]. 2018, **46**(1), 140-147 [cit. 2022-02-08]. ISSN 0961-3218. Dostupné z: doi:10.1080/09613218.2017.1301707

[2] BALTA-OZKAN, Nazmiye, Benjamin BOTELER a Oscar AMERIGHI. European smart home market development:: Public views on technical and economic aspects across the United Kingdom, Germany and Italy. *Energy Research & Social Science* [online]. 2014, (3), 65-77 [cit. 2022-05-13]. ISSN ISSN 2214-6296. Dostupné z: doi:10.1016/j.erss.2014.07.007.

[3] SOBOTKA, Richard. *Osobní rozhovor*. Yatun. Praha, 2022.

[4] MARIKYAN, Davit, Savvas PAPAGIANNIDIS a Eleftherios ALAMANOS. "Smart Home Sweet Smart Home". *International Journal of E-Business Research* [online]. 2021, **17**(2), 1-23 [cit. 2022-05-13]. ISSN 1548-1131. Dostupné z: doi:10.4018/IJEBR.2021040101

[5] SEQUEIROS, Helder, Tiago OLIVEIRA a Manoj A. THOMAS. The Impact of IoT Smart Home Services on Psychological Well-Being. *Information Systems Frontiers* [online]. 2021 [cit. 2022-05-13]. ISSN 1387-3326. Dostupné z: doi:10.1007/s10796-021-10118-8

[6] BALTA-OZKAN, Nazmiye, Oscar AMERIGHI a Benjamin BOTELER. A comparison of consumer perceptions towards smart homes in the UK, Germany and Italy: reflections for policy and future research. *International Journal of E-Business Research* [online]. 2014, **26**(10), 1176-1195 [cit. 2022-05-13]. ISSN 0953-7325. Dostupné z: doi:10.1080/09537325.2014.975788

[7] LEPKOVA, Natalija. Who Runs the World: Data. *Smart house: data gathering and analysis*. Istanbul: Istanbul University Press, 2020, s. 193-207. ISBN 9786050707434. Dostupné z: doi:10.26650/B/ET06.2020.011

[8] HERIAN, Jan. *Osobní rozhovor*. BSH. Praha, 2022.

[9] PROCHÁZKA, Petr. *Osobní rozhovor*. Legrand. Praha, 2022.

[10] PÁVEK, Jaromír. *E-mailová komunikace*. Eaton xComfort, 2022.

[11] RøD-KNUDSEN, Line. *Sustainable Smart House Technology Business Models*. Trondheim, 2010. Diplomová práce. Norwegian University of Science and Technology, Department of Telematics. Vedoucí práce Leif Arne Rønningen.

[12] PERRY, Tristan. The Definitive History Of Smart Home Devices. In: *SMART HOME POINT* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.smarthomepoint.com/history/

[13] ŘÍŠSKÝ, Jan. Historie a vývoj termostatů. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://elektro.tzb-info.cz/merici-a-regulacni-technika/17635-historie-a-vyvoj-termostatu

[14] LÍSKOVEC, Pavel. *Osobní rozhovor*. Loxone. Praha, 2022.

[15] KLABAN, Jaromír. *Osobní rozhovor*. TECO. Praha, 2022.

[16] VOGL, Jiří. *Osobní rozhovor*. ICOOL4. Praha, 2022.

[17] ULLSPERGER, Jiří. *Online rozhovor*. HDL Automation - BUSpro. Praha, 2022.

[18] MIKMER, Lubomír. *E-mailová komunikace*. ABB free@home, KNX, 2022.

[19] GALEZIOK, Tomáš a Daniel HRON. *Osobní rozhovor*. Heat Energy, 2022.

[20] BUBÍK, Petr. *Online rozhovor*. FENIX Group, 2022.

[21] CARLSON, TROY. The 5 Elements of Smart Homes. In: *Modern Smart Home* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: http://www.modernsmarthome.com/the-5-elements-of-smart-homes/

[22] PATTISON TUOHY, Jennifer. *MATTER'S PLAN TO SAVE THE SMART HOME* [online]. In: . [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.theverge.com/22787729/matter-smart-home-standard-apple-amazon-google

[23] *Matter: The Foundation for Connected Things* [online]. CSA, 2022 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://csa-iot.org/all-solutions/matter/

[24] BAK, Naama, Thomas BEN, Steve HANNA, Sujata NEIDIG, Raj RAJAGOPALAN, Oscar SANCHEZ a Marc VAUCLAIR. *Matter Security and Privacy Fundamentals* [online]. In: . CSA, 2022 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://csa-iot.org/wp-content/uploads/2022/03/Matter_Security_and_Privacy_WP_March-2022.pdf

[25] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/844*. In: . Úř. věst. L 156, 19.6.2018, s. 75-91: Evropský parlament; Rada Evropské unie, 2018.

[26] GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO ENERGETIKU (EVROPSKÁ KOMISE) , VITO. *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: summary* [online]. Publications Office, 2020 [cit. 2022-05-13]. ISBN 978-92-76-19978-6. DOI: 10.2833/600706. Dostupné z: https://data.europa.eu/doi/10.2833/600706

[27] Smart Readiness Indicator (SRI): Training webinar. In: *YouTube* [online]. DG Energy [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://youtu.be/V0OD1wJJprU

[28] HORÁK, Ondřej a Karel KABELE. Ukazatel připravenosti budovy pro chytrá řešení a virtuální průkaz energetické náročnosti budovy. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/energeticka-

narocnost-budov/23668-ukazatel-pripravenosti-budovy-pro-chytra-reseni-a-virtualni-prukaz-energeticke-narocnosti-budovy

[29] Náš dům. In: *Český soběstačný dům* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.csdum.cz/nas-dum.html

[30] *Český soběstačný dům* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.csdum.cz/

[31] REIL, Oldřich. Český soběstačný dům využívá na maximum výhledy do krajiny a energii ze slunce. Vyzkoušeli jsme ho!. In: *ESTAV.cz* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.estav.cz/cz/9842.cesky-sobestacny-dum-vyuziva-na-maximum-vyhledy-do-krajiny-a-energii-ze-slunce-vyzkouseli-jsme-ho

[32] ZILVAR, Jiří. Elektřina a vytápění v Českém soběstačném domě. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://oze.tzb-info.cz/23664-elektrina-a-vytapeni-v-ceskem-sobestacnem-dome

[33] Technologie Českého soběstačného domu: s Michalem Klečkou. In: *Electro Dad* [online]. You Tube [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://youtu.be/mUUUfF5dTz8

[34] FENIX TRADING S.R.O. Inteligentní rodinný dům v Omicích u Brna generuje po roce provozu první zajímavé výsledky. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://vytapeni.tzb-info.cz/elektricke-vytapeni/23814-inteligentni-rodinny-dum-v-omicich-u-brna-generuje-po-roce-provozu-prvni-zajimave-vysledky

[35] FENIX TRADING S.R.O. Inteligentní rodinný dům s elektrickým vytápěním, fotovoltaickou elektrárnou a bateriovým úložištěm v Omicích u Brna. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/19042-inteligentni-rodinny-dum-s-elektrickym-vytapenim-fotovoltaickou-elektrarnou-a-bateriovym-ulozistem-se-stavi-v-omicich-u-brna

[36] Dům pro budoucnost Omice: Projekt ČVUT a předních českých výrobců. In: *Electro Dad* [online]. You Tube [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=MeSfrPt9y9k

[37] Dům pro budoucnost v Omicích u Brna. In: *FENIX Group* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.fenixgroup.cz/cs/aktuality/dum-pro-budoucnost-v-omicich-u-brna

[38] Co je energeticky úsporná výstavba?. In: *CB Buildning, Stavební společnost* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.cbb.cz/blog/271-co-je-energeticky-usporna-vystavba

[39] *Pasivní domy: nulové, aktivní : speciál ..* Praha: PRO VOBIS, 2018. ISBN 978-80-906891-2-1.

[40] URBAN, Miroslav. Hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky č. 264/2020 Sb.: případová studie rodinný dům. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://vytapeni.tzb-info.cz/21224-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-podle-vyhlasky-c-264-2020-sb-pripadova-studie-rodinny-dum

[41] Rekuperační jednotka Jablotron Futura: Plíce vašeho domova. In: *JABLOTRON LIVING TECHNOLOGY* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.jablotronlt.com/futura/

[42] Sageglass Resources: Product overview. In: *Sageglass* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.sageglass.com/en/resources?category=31&field_resource_term_tid=31

[43] Praktické poznatky z pilotní instalace v Omicích. In: *FENIX Group* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.fenixgroup.cz/cs/aktuality/prakticke-poznatky-z-pilotni-instalace-v-omicich

[44] Kolik peněz a energie ušetří LED žárovky?. In: *E.ON* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.eon.cz/radce/chytra-domacnost/led-osvetleni/kolik-penez-a-energie-usetri-led-zarovky/

[45] Inteligentní přístupový systém Loxone. In: *LOXONE* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.loxone.com/cscz/produkty/pristupovy-system/

[46] *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy: RODINNÉ DOMY*. In: . Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 2022, Platné od 1. 4. 2022. Dostupné také z: https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2022/04/06/1649251550_NZ%C3%9A%20RD%20-%20Z%C3%A1vazn%C3%A9%20pokyny%20pro%20%C5%BEadatele_01-04-2022.pdf?fbclid=IwAR2KTCiX4M5DBR3JhGtRB1gBppEBUKbRbQImbllP8GngvKimtx7-pwfRlQE

[47] ZEHNDER GROUP CZECH REPUBLIC S.R.O. Návrh a postup realizace řízeného větrání s rekuperací tepla: Řízené větrání s rekuperací tepla pro rodinné domy a byty. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10681-navrh-a-postup-realizace-rizeneho-vetrani-s-rekuperaci-tepla

[48] BAŠTA, Jiří a Ondřej HOJER. *SÁLAVÉ A PRŮMYSLOVÉ VYTÁPĚNÍ PRO IB*. 1. Praha: Evropský sociální fond Praha & EU, 2009.

[49] Jak na podzemní zavlažovací systém svépomocí?. In: *HECHT* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://cz.hecht.cz/info/jak-na-podzemni-zavlazovaci-system-svepomoci

Seznam zdrojů použitých obrázků

Obrázek č.	Zdroj, dostupné k 19.5.2022	Str.
Obrázek 1	https://www.thepinnaclelist.com/wp-content/uploads/2021/03/033-High-Point-Kadenwood-Luxury-Estate-High-Point-Dr-Whistler-BC-Canada-974x649.jpg	22
Obrázek 2	Převzato z: https://www.fibaro.com/cz/	23
Obrázek 3	Obrázek 3 Struktura komunikace Matter (https://cdn.vox-cdn.com/uploads/chorus_asset/file/23084404/start_developing_with_matter_graphic.jpeg	26
Obrázek 4	Převzato z: https://www.youtube.com/watch?v=V0OD1wJJprU	27
Obrázek 5	Převzato z: Smart Readiness Indicator (SRI): Training webinar. In: *YouTube* [online]. DG Energy [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://youtu.be/V0OD1wJJprU	27
Obrázek 6	Převzato z: GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO ENERGETIKU (EVROPSKÁ KOMISE) , VITO. *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: summary* [online]. Publications Office, 2020 [cit. 2022-05-13]. ISBN 978-92-76-19978-6. DOI: 10.2833/600706. Dostupné z: https://data.europa.eu/doi/10.2833/600706	29
Obrázek 7	https://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0224/022436og.jpg	30
Obrázek 8	https://oze.tzb-info.cz/docu/clanky/0236/023664o1.jpg	31
Obrázek 9	https://www.csdum.cz/files/csdum/images/page/size4-15755773174243-225-snimek-obrazovky-2019-12-05-v-211941.png	32
Obrázek 10	https://www.csdum.cz/files/csdum/images/page/size4-15755644805338-225-vodni-management.jpg	32
Obrázek 11	https://vytapeni.tzb-info.cz/docu/clanky/0238/023814o20.jpg	33
Obrázek 12	Převzato z https://youtu.be/MeSfrPt9y9k	34
Obrázek 13	https://www.cbb.cz/blog/271-co-je-energeticky-usporna-vystavba	35
Obrázek 14	https://www.cbb.cz/blog/271-co-je-energeticky-usporna-vystavba	36
Obrázek 15	https://www.cbb.cz/blog/271-co-je-energeticky-usporna-vystavba	37
Obrázek 16	www.fakro.plimagesLOCALofferproductssterowanie_elektrycznesterowanie-inne.jpg	38
Obrázek 17	Převzato z: https://www.ijsr.net/archive/v8i12/ART20203395.pdf	39
Obrázek 18	https://www.jablotronlt.com/content/uploads/2020/04/img_0611.jpeg	39
Obrázek 19	http://www.drevostavitel.cz/galerie/clanky/1588/gallery/nulovy-dum-stresni-plast-25445.jpg	40
Obrázek 20	https://stavba.tzb-info.cz/stinici-systemy/19234-v-tropickych-dnech-stoupa-vyznam-stineni-oken	41

Obrázek 21	https://stavba.tzb-info.cz/stinici-systemy/19234-v-tropickych-dnech-stoupa-vyznam-stineni-oken	41
Obrázek 22	Převzato z: https://hcsmarthome.com/	41
Obrázek 23	https://www.dumabyt.cz/rubriky/zahrada/terasy-balkony-a-ploty/zimni-zahrada-schuco-s-technologii-sageglass-stineni-izolace-vyhledy_27506.html	43
Obrázek 24	https://new.siemens.com/cz/cs/products/technologie-budov/hvac/prostorove-regulatory/chytry-termostat.html	44
Obrázek 25	https://shop.loxone.com/cscz/hlavice-tree.html	44
Obrázek 26	https://eshop.solareco.cz/xipblog/post/typy-zapojeni-fv-soustav-na-ohrev-vody_23?page_type=post	45
Obrázek 27	https://www.stiebel-eltron.cz/cs/produkty-a-reseni/obnovitelne_zdrojeenergie/tepelna_cerpadla/tepelna_cerpadla propripravuteplevody/shp-f-220-300--x--premium/shp-f-300-premium.html	45
Obrázek 28	https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazeni/8799-co-je-to-vlastne-free-cooling	47
Obrázek 29	https://www.loxone.com/cscz/blog/inteligentni-ovladani-klimatizace/	47
Obrázek 30	Převzato z: https://www.icool4.cz/chytra-budova/vodni-hospodarstvi/	48
Obrázek 31	https://www.loxone.com/cscz/blog/navod-automaticke-zavlazovani-zahrady/	48
Obrázek 32	https://www.fibaro.com/cz/smart-home-in-use/, https://www.bscom.cz/chytra-zasuvka-legrand-valena-life-with-netatmo-zasuvka-2p-t-bezova-752293_d10829	48
Obrázek 33	https://www.goodhousekeeping.com/uk/product-reviews/tech/g688254/best-smart-light-bulbs/	49
Obrázek 34	https://media3.bosch-home.com/Images/1200x/MCIM02327769_Global_Home_Connect_2017_About_Stageteaser_Lightbox_3200x1240.jpg	50
Obrázek 35	https://www.security.org/wp-content/uploads/2021/03/what-is-sec-system.png	51
Obrázek 36	https://www.ehome-news.de/wp-content/uploads/2021/05/cLoxone-Intercom-NFC-Code-Touch-01-1024x683.jpg	52
Obrázek 37	https://www.sonos.com/en/shop/surround-set-arc-sub-one-sl	52
Obrázek 38	https://www.eurospapoolnews.com/galerie/news/t2_Le-systa-me-de-contra-le-de-la-piscine-du-futur-1555521096.jpg	53
Obrázek 39	https://www.soladsun.cz/images/example_suntrino_smart_home_004.jpg	54

Obrázek 40	https://www.photovoltaik.eu/sites/default/files/styles/content__four_to_three/public/ulmer/de-pv/image/binarydata_original_847899.jpg?itok=xVi6Emg1	55
Obrázek 41	https://www.tecomat.cz/uploads/news/id1097/Vyt%C3%A1p%C4%9Bn%C3%AD.jpg	56
Obrázek 42	https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2020/05/PH_Handling-Touch-Pure.jpg	57
Obrázek 43	https://www07.abb.com/images/librariesprovider84/building-products/abb_climaeco_sensor_392x196.jpg?sfvrsn=ef3ccc14_1	57
Obrázek 44	https://www.elfetex.cz/media/catalog/product/cache/1a05b0ab508fd5c7b59a30d1898c4d73/p/i/pim-2572621_1.jpg, https://www.control4.cz/produkty/dalkove-ovladace/, https://shop.loxone.com/media/catalog/product/cache/9/image/600x400/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/e/remote-air.png	57
Obrázek 45	https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61y4J2vTwFL._AC_UL160_SR160,160_.jpg, https://www.electronicsmedia.info/wp-content/uploads/2017/05/Maya.png	58
Obrázek 46	https://www.icool4.cz/wp-content/uploads/2020/11/mobile-app-mockup-01.png	58
Obrázek 47	https://cdn.shop.elektro-sychra.cz/images/0/d27cfd481be84961/2/dp7-s-625-panel-dotykovy-s-displejem-7-abb-free-home-2cka008300a0357.jpg	59
Obrázek 48	Vlastní archiv	59
Obrázek 49	Převzato z: https://www.chytry-dum.com/	60
Obrázek 50	https://www.elfetex.cz/media/catalog/product/cache/b4e3e0d7e5aa50850f9dcc73aea91c00/p/i/pim-763898_1.jpg	61
Obrázek 51	https://www.elfetex.cz/media/catalog/product/cache/b4e3e0d7e5aa50850f9dcc73aea91c00	61
Obrázek 52	https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/466/466f47ab6ca76bc8884576a61266419b--mmf350x350.jpg	61
Obrázek 53	https://im9.cz/iR/importprodukt-orig/2f7/2f73f4f226bfdc8bd5a594ea255ce336--mmf400x400.jpg	61
Obrázek 54	https://www.elfetex.cz/media/catalog/product/cache/1c6f3ac60d1711d80838fd92f4a31424	62
Obrázek 55	https://img.ielektra.cz/images/orig/kabely/cysy-2x1.png?vid=1&tid=21&r=B	62
Obrázek 56	https://ledme.cz/6042-large_default/kabel-5x075mm2-vhodny-pro-rgbw-led-pasky.jpg	62
Obrázek 57	https://www.euroalarm.cz/picture/shop/zbozi/upload/100450.jpg	62
Obrázek 58	https://www.elfetex.cz/media/catalog/product/cache/258f2d250f67564f12b0c5fe1acf87e1/p/i/pim-	63

Obrázek 59	https://www.gme.cz/data/product/1024_1024/pctdetail.651-573.1.jpg	63
Obrázek 60	https://interlink-static0.tsbohemia.cz/solarix-kabel-cat6-utp-pvc-500m-spulka_ien125012.jpg	63
Obrázek 61	https://d25-a.sdn.cz/d_25/c_img_H_BT/URSzux.jpeg	64
Obrázek 62	https://www.gme.cz/data/product/1024_1024/pctdetail.651-523.1.jpg	64
Obrázek 63	https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/cs/001968278PI00/image.jpg	64
Obrázek 64	https://www.elima.cz/obchod/images/categories/74797D6F70756B6C6F76756B-6B5B5A5A5A5A5B616E636E5F-kat-tem-ekonomik-kompletni-zasuvky.jpg	66
Obrázek 65	Vlastní archiv	68
Obrázek 66	Vlastní archiv	68
Obrázek 67	Vlastní archiv	69
Obrázek 68	Vlastní archiv	70
Obrázek 69	http://updatefiles.loxone.com/KnowledgeBase/Online/Common/Images/100221%20install.png	71
Obrázek 70	Vlastní archiv	72
Obrázek 71	https://cc.cz/wp-content/uploads/2016/01/fridge_large_black.jpg, https://cdn.electroworld.cz/images/product-w255h232/1/1294361.jpg	73
Obrázek 72	Vlastní archiv	74
Obrázek 73	ZEHNDER GROUP CZECH REPUBLIC S.R.O. Návrh a postup realizace řízeného větrání s rekuperací tepla: Řízené větrání s rekuperací tepla pro rodinné domy a byty. In: *Tzb info* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10681-navrh-a-postup-realizace-rizeneho-vetrani-s-rekuperaci-tepla	75
Obrázek 74	Vlastní archiv	76
Obrázek 75	Vlastní archiv	77
Obrázek 76	https://www.i-strechy.eu/files/velux/stresni-okna/4356-velux-motoricka-jednotka-pro-stresni-okna-kmg-100k-nova-generace-3.jpg	78
Obrázek 77	Vlastní archiv	78
Obrázek 78	https://www.nunnauuni.cz/uploads/files/8/8/9/2020_10_09_14_02_01_o_kamnech_nunnauuni_nunnauunni_luxusni_finske_mastkove_kamna_a_krby.jpg	79
Obrázek 79	Vlastní archiv	80
Obrázek 80	Převzato z: https://samsung-eshop.sk/wp-content/uploads/2020/03/Obr%C3%A1zok1.png	81
Obrázek 81	Vlastní archiv	82

Obrázek 82	https://www.domintex.cz/sub/domintex.sk/images/shop-active-images/austria-email-siss-detail-3.jpg.webp	83
Obrázek 83	Převzato z: https://etzbshop.s8.cdn-upgates.com/3/3568b8c6c4ad70-tuv-kotel-velky.gif	85
Obrázek 84	https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0090/009009o1.png	86
Obrázek 85	Vlastní archiv	87
Obrázek 86	https://vytapeni.tzb-info.cz/docu/clanky/0117/011792o11.jpg	88
Obrázek 87	Vlastní archiv	88
Obrázek 88	https://www.fenixgroup.cz/sites/default/files/styles/large/public/01.jpg?itok=NmMhPIsw	89
Obrázek 89	Vlastní archiv	90
Obrázek 90	https://cdn.aaaradiatory.cz/images/0/784ea3a2946171d6/2/dz-drazice-okc-250-ntr-zasobnik-tv-242-litru-neprimotopny	91
Obrázek 91	Vlastní archiv	92
Obrázek 92	https://www.remko.cz/image/cache/catalog/produkty/tepelna-cerpadla/rbw/rbw-300-s-800x600.jpg	93
Obrázek 93	Vlastní archiv	94
Obrázek 94	https://cdn.myshoptet.com/usr/www.baxx.cz/user/documents/upload/multi-split-schema.jpghttps://cdn.myshoptet.com/usr/www.baxx.cz/user/documents/upload/multi-split-schema.jpg	95
Obrázek 95	Vlastní archiv	96
Obrázek 96	Vlastní archiv	96
Obrázek 97	https://cdn.electroworld.cz/images/product-w255h232/1/1294361.jpg	97
Obrázek 98	https://stores-volets.ch/wp-content/uploads/2020/03/moteur_elero_ja-2.gif	98
Obrázek 99	https://www.edsl.net/wp-content/uploads/2021/07/smart-glass-image-1-203x300.png	99
Obrázek 100	https://2003015002-site.pool201.yun300.cn/repository/image/b1005035-a4fd-4577-b881-3aa715493dcd.jpg	10
Obrázek 101	Vlastní archiv	10
Obrázek 102	https://cdn.mountfield.cz/content/images/product/default/11492.jpg	101
Obrázek 103	Vlastní archiv	102
Obrázek 104	https://1gr.cz/fotky/idnes/17/042/cl5/REZ6a9a49_a_brilix_prislusenstvi_v3_1466684380.jpg	103

Obrázek 105	https://www.abplast.cz/userfiles/image/bazenove-prislusenstvi/schema-davkovani-bazenove-chemie.jpg	104
Obrázek 106	https://cz.hecht.cz/info/jak-na-podzemni-zavlazovaci-system-svepomoci	105
Obrázek 107	https://extension.okstate.edu/fact-sheets/images/managing-pressure-in-the-home-irrigation-system/hunter-irrigation-overview.png	106
Obrázek 108	https://www.remaxalfa.cz/wp-content/uploads/2019/04/retencni-nadrz.jpg	107
Obrázek 109	https://www.tzb-info.cz/docu/zpravy/0099/009972o1.jpg	108
Obrázek 110	YATUN, Podklad k přípravě kabeláže, Control4	109
Obrázek 111	Vlastní archiv	110
Obrázek 112	http://updatefiles.loxone.com/KnowledgeBase/Online/Common/Images/audioserver-wiringexample.png	110
Obrázek 113	https://images.mironet.cz/foto/3/91411997/2.jpg	111
Obrázek 114	https://preview.redd.it/9mkzkhb11ez11.png?width=1362&format=png&auto=webp&s=3815bb7f8dc6f0c5ce52c525a9df8310d0525367	112
Obrázek 115	Vlastní archiv	112
Obrázek 116	Převzato z: https://profesis.ckait.cz/wp-content/uploads/2020/12/tp-1-25-obr-49.jpg	113
Obrázek 117	https://shop.loxone.com/media/catalog/product/cache/9/image/600x400/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/l/alarm_siren_-_air_tree_1.png	114
Obrázek 118	Vlastní archiv	115
Obrázek 119	https://www.luxusnikovani.cz/temp/img/el/elektronicky-zamek-na-baterie-ulock-b-i-o-modul-univerzalni-pripojeni-w1200-h1200-58a51291f406d248f296d4d387e682f7.jpg	116
Obrázek 120	Vlastní archiv	117
Obrázek 121	http://cdn.shopify.com/s/files/1/0386/1584/2956/products/wallbox-pulsar-plus-11kw-forderfahig-von-der-kfw-280851_1200x1200.jpg?v=1617082076	118
Obrázek 122	Vlastní archiv	118
Obrázek 123	https://cdn.alza.cz/Foto/ImgGalery/Image/domaci-solarni-elektrarna-schema.jpg	119
Obrázek 124	https://oze.tzb-info.cz/docu/zpravy/0148/014865o1.jpg)	119
Obrázek 125	HRBÁČ, Jan. Výukový materiál. Systémová technika budov Fotovoltaické systémy v domácnostech a nízkoenergetických stavbách - část 2., VŠB-TUO, 2019	121
Obrázek 126	https://www.jpelektro.eu/galerie/36.jpg	122
Obrázek 127	ČSN 33 2130 ed. 3	123

Obrázek 128 https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-revizni-techniky/pripojovaci-podminky-nn/16 125

Obrázek 129 Interní dokument Heat Energy 126

Seznam příloh

Příloha č.1: **Vytápění MWire** – Půdorys 1NP

– Půdorys 2NP

Zdroj archiv Heat Energy, s.r.o.

Příloha č.2: **VZT Jablotron Furuta L** – Trasy VZT 1NP

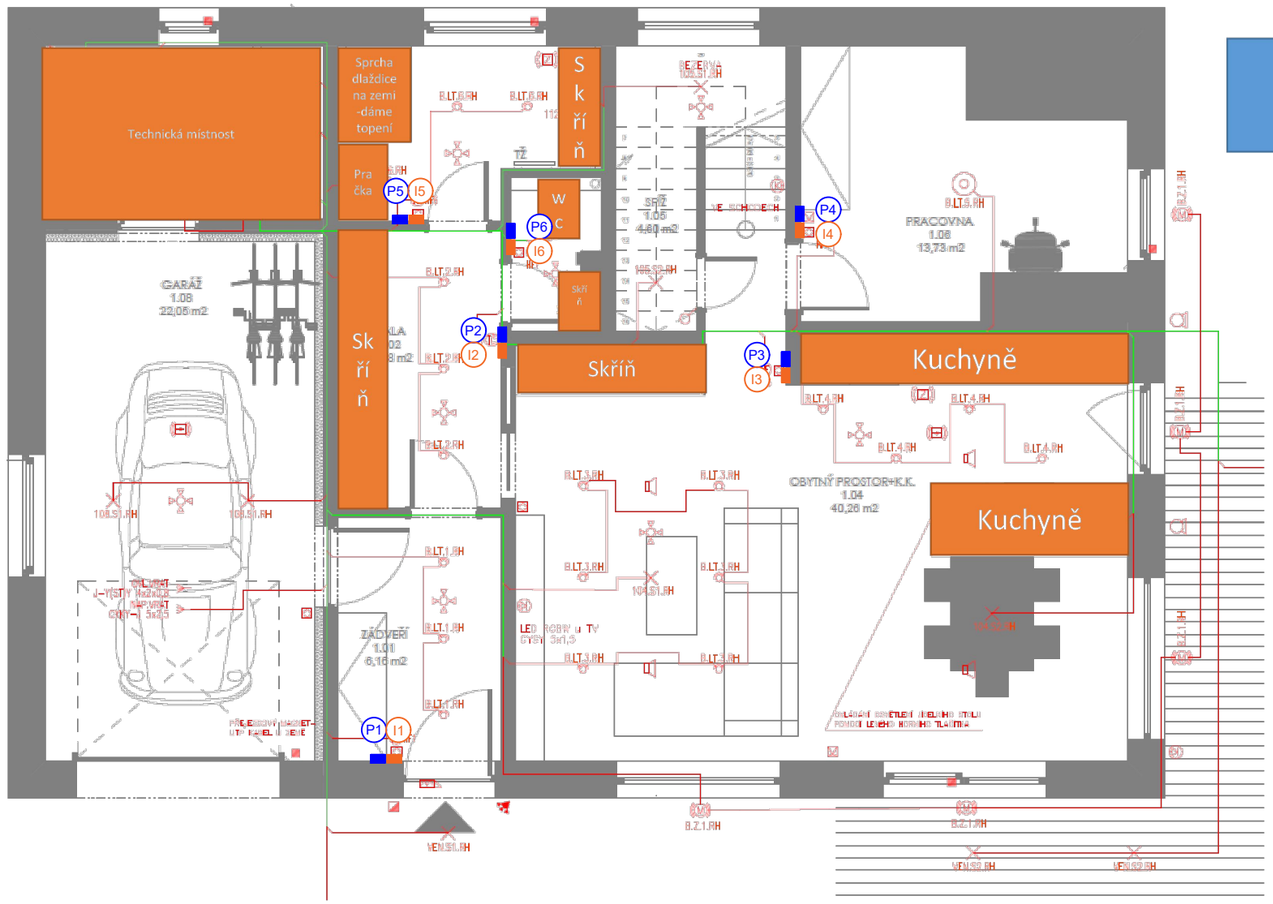
– Trasy VZT 2NP

Zdroj archiv Heat Energy, s.r.o.

Příloha č.3: **Elektroinstalace Loxone** – Půdorys 1NP Silnoproud + Slaboproud

– Půdorys 2NP Silnoproud + Slaboproud

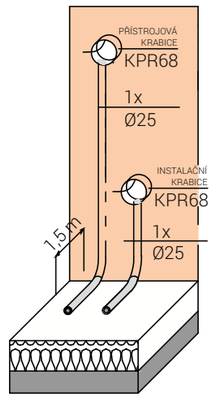
Zdroj archiv Heat Energy, s.r.o.



1NP

PX DOPORUČENÉ UMÍSTĚNÍ PŘÍSTROJOVÉ KRABICE
X ... číslo topného okruhu
POZN.: PŘIVÉST KABEL UTP Cat 6e Z ROZVADĚČE DO PŘÍSTROJOVÉ KRABICE KPR68, Z KRABICE VÉST HUSÍ KRK Ø25 mm DOLŮ K PODLAZE, VYVÉST NAD ÚROVEŇ PODKLADU PRO INSTALACI TEPLOTNÍHO ČIDLA

IX DOPORUČENÉ UMÍSTĚNÍ INSTALAČNÍ KRABICE
X ... číslo topného okruhu
POZN.: PŘIVÉST KABEL CYKY-J 3x1,5 Z ROZVADĚČE DO INSTALAČNÍ KRABICE KPR68, Z KRABICE VÉST HUSÍ KRK Ø25 mm DOLŮ K PODLAZE, VYVÉST NAD ÚROVEŇ PODKLADU PRO ZAPOJENÍ TOPNÝCH FOLIÍ



NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA 3+N+PE AC50 HZ, 400/230V, TN-S
OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 3: NA STRANĚ NN - AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE V SÍTI TN-S

UZEMNĚNÍ PODLE ČSN 33 2000-5-54 ED. 3
MAX. PŘECHODOVÝ ODPOR: 2 Ω (UZLU ELEKTRICKÉHO ZDROJE)

OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 3
OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 2

Investor:

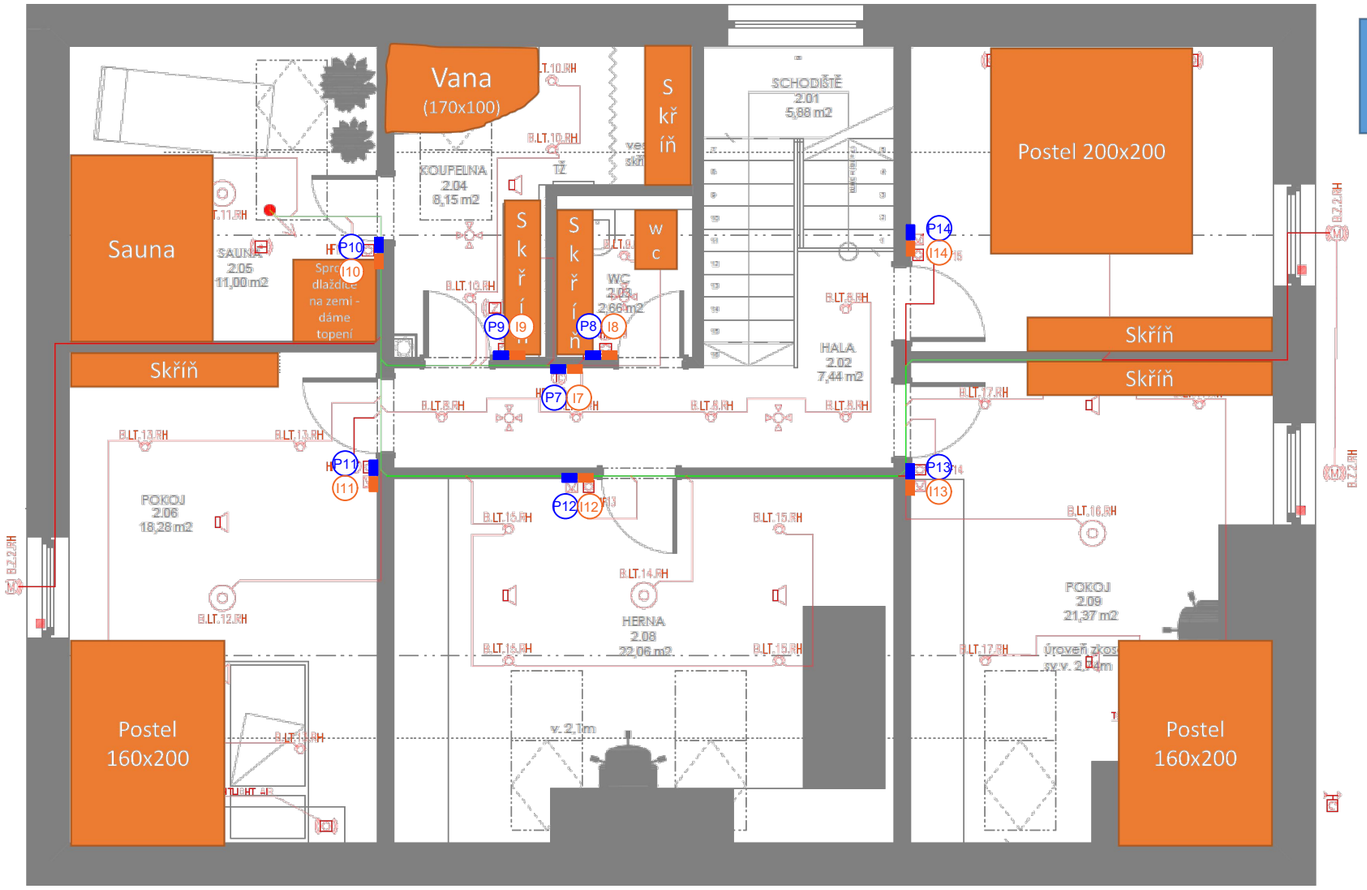
Část: STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST MWIRE

Zhotovitel:

Příloha: PŮDORYS 1.NP

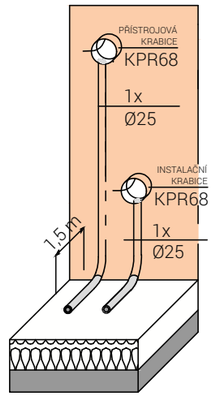
Datum:

Číslo zakázky:



PX DOPORUČENÉ UMÍSTĚNÍ PŘÍSTROJOVÉ KRABICE
X ... číslo topného okruhu
POZN.: PŘIVÉST KABEL UTP Cat 6e Z ROZVADĚČE DO PŘÍSTROJOVÉ KRABICE KPR68, Z KRABICE VÉST HUSÍ KRK Ø25 mm DOLŮ K PODLAZE, VYVÉST NAD ÚROVEŇ PODKLADU PRO INSTALACI TEPLOTNÍHO ČIDLA

IX DOPORUČENÉ UMÍSTĚNÍ INSTALAČNÍ KRABICE
X ... číslo topného okruhu
POZN.: PŘIVÉST KABEL CYKY-J 3x1,5 Z ROZVADĚČE DO INSTALAČNÍ KRABICE KPR68, Z KRABICE VÉST HUSÍ KRK Ø25 mm DOLŮ K PODLAZE, VYVÉST NAD ÚROVEŇ PODKLADU PRO ZAPOJENÍ TOPNÝCH FOLIÍ



NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA 3+N+PE AC50 HZ, 400/230V, TN-S
OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 3: NA STRANĚ NN - AUTOMATICKÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE V SÍTI TN-S

UZEMNĚNÍ PODLE ČSN 33 2000-5-54 ED. 3
MAX. PŘECHODOVÝ ODPOR: 2 Ω (UZLU ELEKTRICKÉHO ZDROJE)

OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 3
OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM PODLE ČSN 33 2000-4-41 ED. 2

Investor:

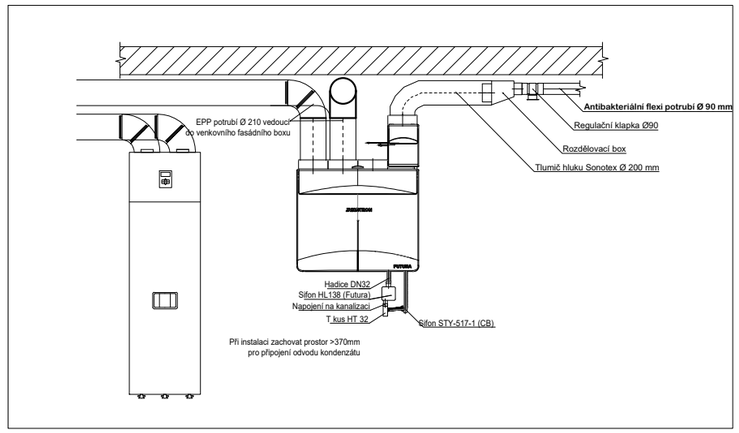
Část: STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST MWIRE

Zhotovitel:

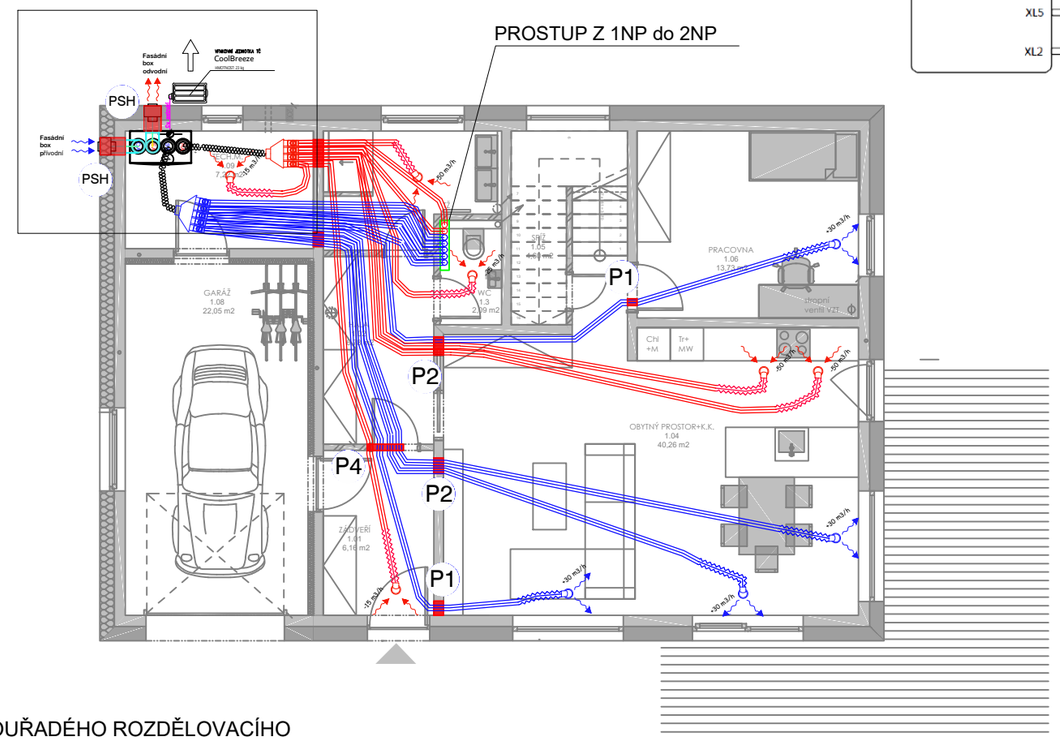
Příloha: PŮDORYS 2.NP

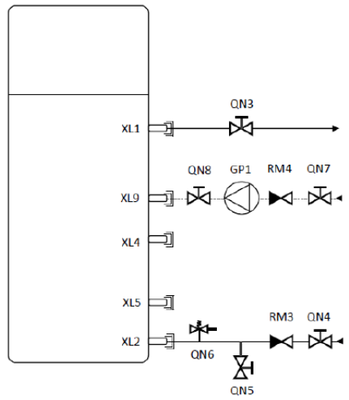
Datum:

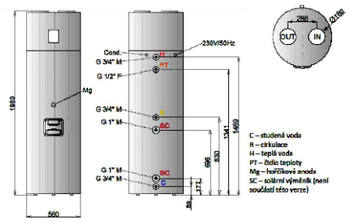
Číslo zakázky:



DETAIL



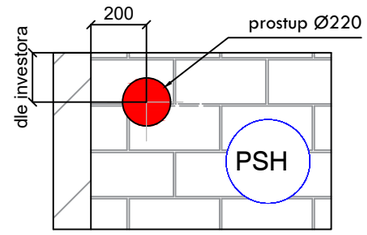




XL1: Připojení potrubí výstupní vody
XL2: Připojení potrubí vstupní vody
XL4: Horní připojení výměníku
XL5: Dolní připojení výměníku
XL9*: Připojení cirkulace vody
QN3: Uzavírací ventil výstupní vody
QN4: Uzavírací ventil vstupní vody
QN5: Vypouštěcí ventil
QN6: Pojišťovací ventil
QN7: Uzavírací ventil na sání čerpadla
QN8: Uzavírací ventil na výtlaku čerpadla
RM3: Zpětný ventil
RM4: Zpětný ventil cirkulace
GP1: Čerpadlo cirkulace

Prostup stěnou pro fasádní box

ŘEZ A-A'



TB_PSH_R

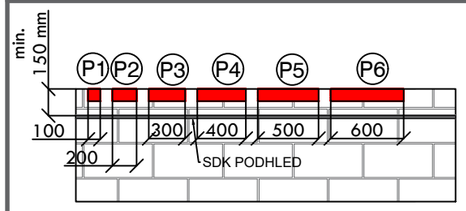
STAVEBNÍ PROSTUPY ZDÍ PRO POTRUBÍ Ø90mm

LEGENDA

PSV Prostup pro trasu EPP potrubí. Bude specifikováno v průběhu montáže 1. etapy. Prostup musí být vyhotovon podle typové šablony, dodané při realizaci

P1 Typ prostupu pro flexibilní potrubí v SDK podhledu

Prostup stěnou, rozměry dle typu prostupu



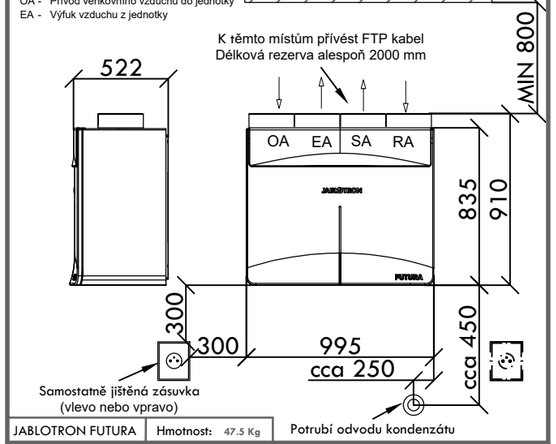
PARAMETRY PROSTUPŮ
- P1 - 100 x 100 mm (v x š)
- P2 - 100 x 200 mm (v x š)
- P3 - 100 x 300 mm (v x š)
- P4 - 100 x 400 mm (v x š)
- P5 - 100 x 500 mm (v x š)
- P6 - 100 x 600 mm (v x š)
- P7 - 100 x 700 mm (v x š)

PARAMETRY PŘIPRAVENOSTI
- SDK podhledy s minimálním prostorem pro FLEXI potrubí 150 mm
- Výška každého prostupu stěnou minimálně 100 mm

TB_prostupy

Stavební připravenost pro rekuperační jednotku

SA - Přívod čerstvého vzduchu do domu
RA - Odtah znečištěného vzduchu z domu
OA - Přívod venkovního vzduchu do jednotky
EA - Výfuk vzduchu z jednotky



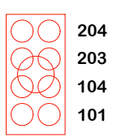
JABLOTRON FUTURA | Hmotnost: 47.5 Kg

POŽADAVKY ELEKTRO:
- Samostatně jištěná zásuvka 230 V / 50 Hz (16 A, charakteristika B).
- Jednotka bude připojena k internetu kabelem UTP Cat 6. Kabel veden z datového rozvaděče k rekuperační j.
- Tlačítka "BOOST" připojeny kabelem CYKY 3 x 0,5 mm2, vedeno od místa tlačítka k rekuperační jednotce. Zachovat délkovou rezervu 2 m u rekuperační jednotky.
- Komunikační kabely nesmí být vedeny souběžně se silovým vedením jak nízkého, tak vysokého napětí.

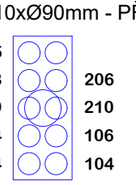
POŽADAVKY STAVBA:
- Potrubí pro odvod kondenzátu (velikost HT32). Na potrubí se připojuje odvod kondenzátu z rekuperační jednotky. Potrubí umožňuje plynulý odtok kondenzátu a nedochází v něm ke kumulaci vody.

TB RJNCB_R00

DETAIL DVOUŘADÉHO ROZDĚLOVACÍHO BOXU 8xØ90mm - ODTAH



DETAIL DVOUŘADÉHO ROZDĚLOVACÍHO BOXU 10xØ90mm - PŘÍVOD



LEGENDA ČAR A ZNAČEK

ODVODNÍ POTRUBÍ

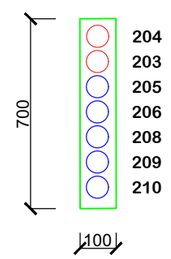
PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

ROZDĚLOVACÍ BOX ODTAHOVÝ / PŘÍVODNÍ

VYÚSTEK S KONCOVÝM ELEMENTEM

ODVOD KONDENZÁTU Z JEDNOTKY

PROSTUP Z 1NP do 2NP



Pozn.: Potrubí je vedeno mezi stěnou a krovem v nedozděné části.

Investor:

STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST VZT+TUV

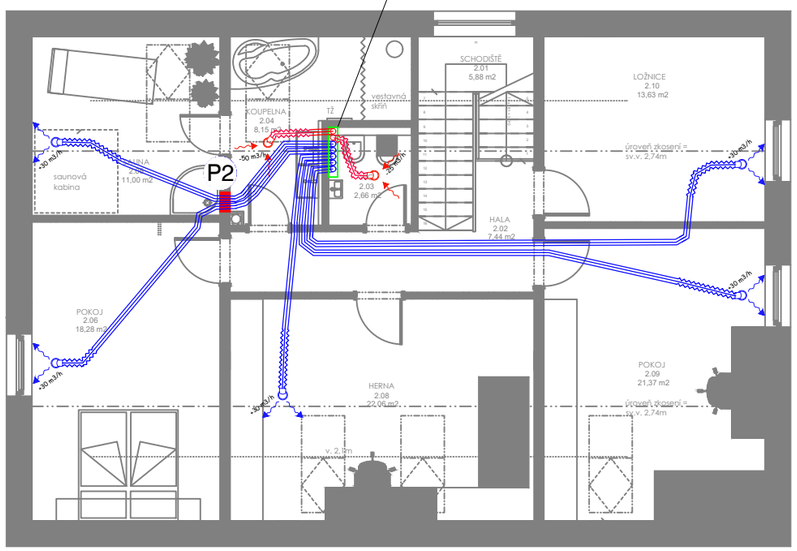
Zhotovitel:

Příloha: PŮDORYS 1.NP

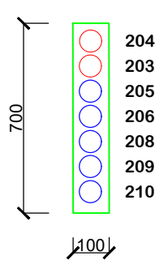
Datum:

Číslo zakázky:

PROSTUP Z 1NP do 2NP



PROSTUP Z 1NP do 2NP



LEGENDA ČAR A ZNAČEK

ODVODNÍ POTRUBÍ

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

ROZDĚLOVACÍ BOX ODTAHOVÝ / PŘÍVODNÍ

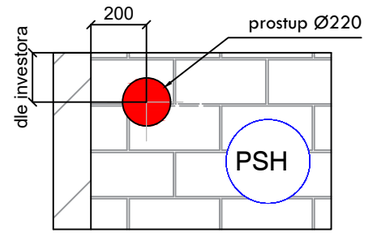
VYÚSTEK S KONCOVÝM ELEMENTEM

ODVOD KONDENZÁTU Z JEDNOTKY

Pozn.: Potrubí je vedeno mezi stěnou a krovem v nedozděné části.

Prostup stěnou pro fasádní box

ŘEZ A-A'



TB_PSH_R

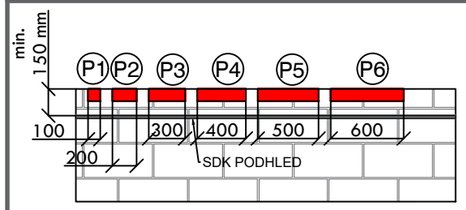
STAVEBNÍ PROSTUPY ZDÍ PRO POTRUBÍ Ø90mm

LEGENDA

PSV **Prostup pro trasu EPP potrubí. Bude specifikováno v průběhu montáže 1. etapy Prostup musí být vyhotovon podle typové šablony, dodané při realizaci**

P1 **Typ prostupu pro flexibilní potrubí v SDK podhledu**

Prostup stěnou, rozměry dle typu prostupu



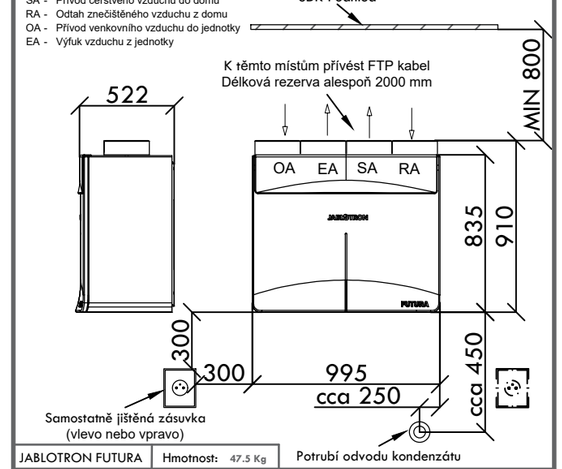
PARAMETRY PROSTUPŮ
- P1 - 100 x 100 mm (v x š)
- P2 - 100 x 200 mm (v x š)
- P3 - 100 x 300 mm (v x š)
- P4 - 100 x 400 mm (v x š)
- P5 - 100 x 500 mm (v x š)
- P6 - 100 x 600 mm (v x š)
- P7 - 100 x 700 mm (v x š)

PARAMETRY PŘIPRAVENOSTI
- SDK podhledy s minimálním prostorem pro FLEXI potrubí 150 mm
- Výška každého prostupu stěnou minimálně 100 mm

TB_prostupy

Stavební připravenost pro rekuperační jednotku

SA - Přívod čerstvého vzduchu do domu
RA - Odtah znečištěného vzduchu z domu
OA - Přívod venkovního vzduchu do jednotky
EA - Výfuk vzduchu z jednotky



JABLOTRON FUTURA | Hmotnost: 47.5 Kg

POŽADAVKY ELEKTRO:
- Samostatně jištěná zásuvka 230 V / 50 Hz (16 A, charakteristika B).
- Jednotka bude připojena k internetu kabelem UTP Cat 6. Kabel veden z datového rozvaděče k rekuperační j.
- Tlačítka "BOOST" připojeny kabelem CYKY 3 x 0,5 mm2, vedeno od místa tlačítka k rekuperační jednotce. Zachovat délkovou rezervu 2 m u rekuperační jednotky.
- Komunikační kabely nesmí být vedeny souběžně se silovým vedením jak nízkého, tak vysokého napětí.

POŽADAVKY STAVBA:
- Potrubí pro odvod kondenzátu (velikost HT32). Na potrubí se připojuje odvod kondenzátu z rekuperační jednotky. Potrubí umožňuje plynulý odtok kondenzátu a nedochází v něm ke kumulaci vody.

TB RJNCB_R00

Investor:

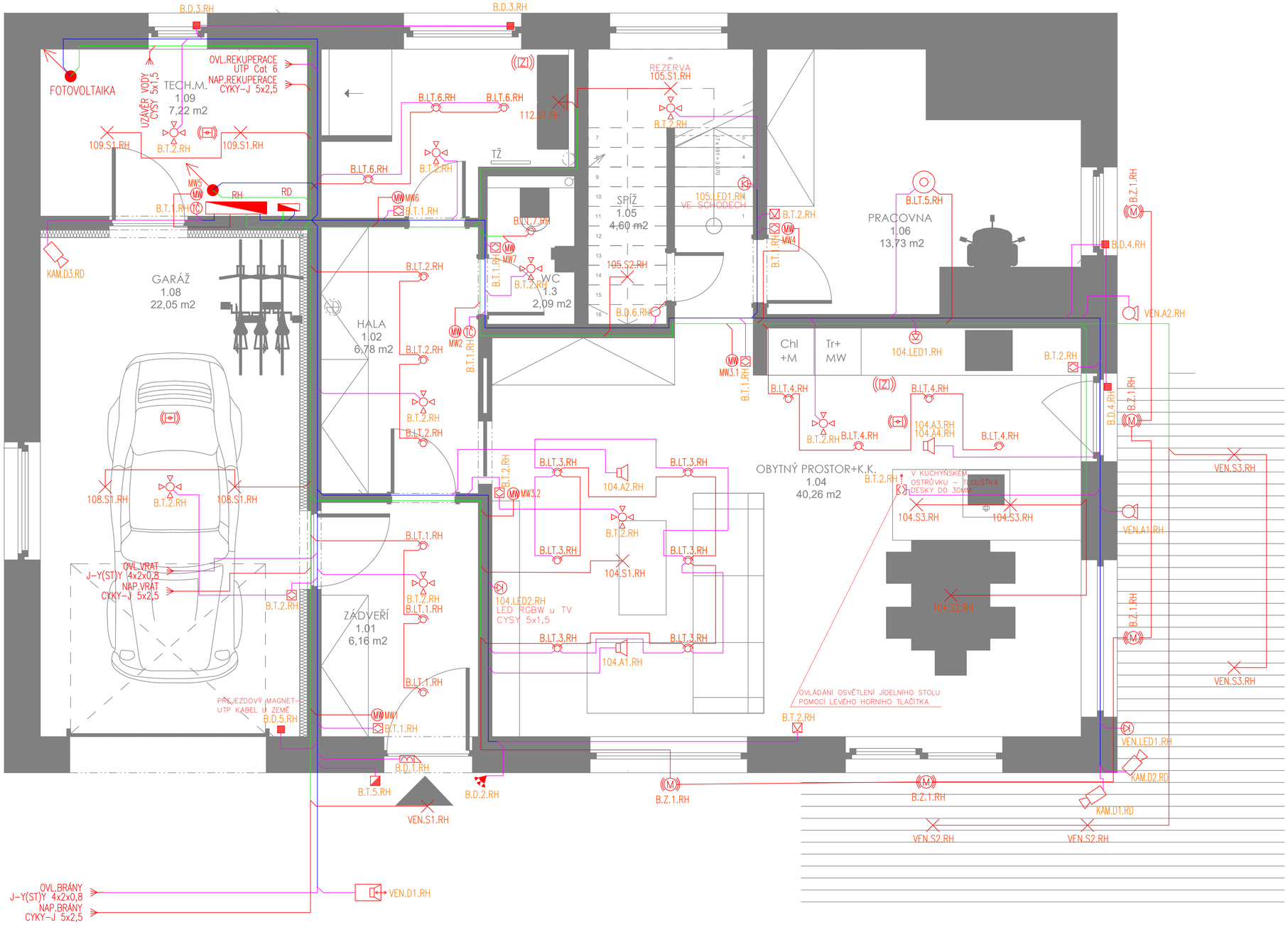
STAVEBNÍ PŘIPRAVENOST VZT+TUV

Zhotovitel:

Příloha: PŮDORYS 2.NP

Datum:

Číslo zakázky:



LEGENDA PRVKŮ ELEKTROINSTALACE

Slaboproudá elektroinstalace:

Zařízení Loxone Tree				
Tlačítko Touch Tree	Stropní pohybový sensor Tree	Kódová klávesnice Tree	Touch Surface Tree Instalace do nábytku	Komfortní sensor Tree
Meteostanice Tree	Havice Tree	Compact Dimmer Tree	Alarmová siréna Tree	Nano DI Tree
Kabel: Kabel Tree nebo UTP cat6 / cat7				
Topologie: smyčková, stromová				
Kabeláž: kabel Tree je možno vést ve smyčce od jednoho prvku Tree k druhému. Je možno kabeláž taktéž různě větvit. Kabel vést od rozvaděče s řídící jednotkou. Maximálně 50 zařízení na jednu smyčku.				
Značení okruhů: B.T nebo B.LT				

Zařízení Loxone Tree s přídavným napájením - Loxone Tree kabel	
Stropní světlo	Bodové světlo bílé PWM nebo Tree
Kabel: Loxone Tree kabel nebo UTP a CYKY-J	
Topologie: smyčková, stromová - pro každý okruh samostatný kabel	
Kabeláž: kabel vést smyčkově nebo větvit mezi prvky stejného okruhu. Na Loxone Tree kabel se napojují i ostatní prvky Tree. Například v případě světel se pohybové čidlo napojí na Tree kabel. Není tak zapotřebí přivést další kabel UTP. Bodová světla jsou buď ovládána Compact Dimmerem nebo v případě barevných bodorek přímo na kabel Tree.	
Značení okruhů: B.LT	

Zařízení Loxone Air				
Smart Socket Air	Detektor kouře Air	Tlačítko Touch Air	Touch Surface Air Instalace do nábytku	Záplavový sensor Air
Kabel: Není-li uvedena v dokumentaci, žádná				
Kabeláž: K většině prvků Loxone Air není potřeba. Pokud se ovšem u daného prvku objevuje označení, je potřeba přivést kabeláž podle značení okruhu.				

Digitální vstupy				
Pohybový sensor	Magnetický kontakt	Záplavový sensor	Tlačítko/zvonek	Jiný vstup
Kabel: J-Y(ST)Y – počet žil viz schéma rozvaděče – Standardně 5x2x0,8				
Topologie: smyčková				
Kabeláž: Pro eliminaci množství slaboproudé kabeláže v rozvaděčích se zařízení nebo různé sensory připojují za pomocí smyček kabelu J-Y(ST)Y. Daný prvek se připojí většinou na 1 pár vodiče a pokračuje k dalšímu prvku. Ty to zařízení se pro úsporu kabeláže připojují i do Nano DI Tree				
Značení okruhů: B.D				

Žaluziový vývod bezdrátový aktor nebo pohon	
	Kabel: CYKY-J 3x1,5
	Topologie: Smyčková
	Kabeláž: Smyčkovat mezi žaluziovými vývody. Max 10 motorů na jednu smyčku. Vývod umístit dle požadavků dodavatele žaluzií.
	Značení okruhů: B.Z

Sítová zařízení a zásuvky			
Datová zásuvka jednonásobná	Datová zásuvka dvojnásobná	Stropní AP Wi-Fi	Interkom
Kabel: UTP/FTP cat6 nebo vyšší			
Topologie: hvězdicová			
Kabeláž: Pro každý datový okruh vést kabel zvlášť od datového rozvaděče			
Značení okruhů: D			

Anténní zásuvka	
	Kabel: Koaxiální kabel
	Topologie: hvězdicová
	Kabeláž: pro každý okruh samostatný kabel, vést od rozdělovače antény
	Značení okruhů: T

Elektrický zámek dveří	
	Kabel: J-Y(ST)Y – počet žil viz schéma rozvaděče
	Topologie: hvězdicová
	Kabeláž: pro každý zámek přivést zvlášť od rozvaděče kabel
	Značení okruhů: B.D

Vývod pro LED	
	Kabel: CYSY 2x1,5, CYSY 2x2,5, CYSY 5x1,5, CYSY 5x2,5
	Topologie: hvězdicová, smyčková
	Kabeláž: V případě stmívání LED vývodu z rozvaděče je veden CYSY kabel ke každému vývodu zvlášť. Přesný kabel viz schéma rozvaděče. Většinou však CYSY 5x1,5.
	Značení okruhů: L

Čidlo Vývod	
	Jiný vývod
	Kabeláž uvedena v dokumentaci nebo ve schéma rozvaděče. Topologie podle značení okruhu.

Audio - Reproduktory	
Stropní reproduktor	Nástěnný reproduktor
Kabel: Dvoužilový kabel pro reproduktory 1,5mm² nebo 2,5mm²	
Topologie: hvězdicová	
Kabeláž: do vzdálenosti 20 metrů postačuje průřez 1,5mm² a nad tuto vzdálenost 2,5mm². Kabel vést od reproduktoru přímo k zesilovači. Pokud je u reproduktoru označení dvou okruhů je nutno přivést dvě dvojlinky - reproduktor pracuje v režimu stereo. Zesilovač je umístěn v RO.	
Značení okruhů: A	

Silnoproudá elektroinstalace:

Světelné vývody			
Stropní světelný vývod		Nástěnný světelný vývod	
Kabel: CYKY-J 3x1,5 nebo CYKY-J 5x1,5 - viz schéma rozvaděče			
Topologie: smyčková, hvězdicová			
Kabeláž: pro každý okruh samostatný kabel, v rámci okruhu smyčkovat			
Značení okruhů: S			

Zásuvky					
Zásuvka 230V	Zásuvka dvojitá 230V	Zásuvka 230V s USB	Zásuvka spínaná z rozvaděče	Zásuvka 380V	Zásuvka IP44
Kabel: CYKY-J3x2,5 nebo CYKY-J5x2,5					
Topologie: smyčková, hvězdicová					
Kabeláž: Pro každý okruh samostatný kabel. V rámci okruhu smyčkovat. V případě 380V může být požadován větší průřez vodiče např. nabíječka elektromobilu.					
Značení okruhů: Z					

	Odvětrávání/digestoř
	Pro každý ventilátor nebo odvětrávání samostatný kabel CYKY-J 3x1,5

Nástěnný tablet instalační krabice KO 100	
	Kabel: CYKY-J 3x2,5
	Topologie: hvězdicová, smyčková
	Kabeláž: Tablet je napájen z okruhu nejbližší zásuvky v místnosti.
	Výška: střed instalační krabice 1,5 m od podlahy.
	Značení okruhu: Z

Topení MWire - krabice KPR68	
Loxone Touch Tree tlačítko + přívody MWire	Prostorové teplotní čidlo + přívody MWire
Kabel: CYKY-J 3X1,5 (počet dle elektropřipravenosti MW) + UTP cat6 nebo cat7	
Topologie: MW - hvězdicová - pro každý okruh a přívod samostatný CYKY kabel teplotní čidlo - smyčková - mezi krabicemi smyčkovat kabel UTP	
Kabeláž: Přívody pro podlahové topení MWire jsou vyvedeny v instalační krabici KPR68. Z této krabice vedou dvě kabelové průchodky do výšky izolace. V případě koupelen je od rozvaděče navíc přiveden kabel CYA4 ZŽ do výšky izolace. Detailnější popis požadavků v elektro připravenosti MW. Pro napojení teplotního čidla podlahy a prostoru je potřeba přivést kabel UTP. Kabel UTP v případě osazení tlačítka Touch je použit i pro smyčku Loxone Tree sběrnice, není tak nutno přivádět další samostatný kabel. Do této krabice však nesmí být přiveden Loxone Tree kabel! Instalační výška pro krabici MW osazenou i tlačítkem je stejná jako pro zbylá tlačítka v domě. V případě samostatné krabice pro topení je instalační výška stejná jako pro zásuvky není-li uvedeno jinak. Tato krabice je v případě instalace vedle zásuvky ve společném rámečku zakrytá záslepkou.	
Značení okruhů: MW - pro přívody topení, B.T - pro sběrnici čidel a Tree sběrnici.	

Klimatizace	
	Pro každou jednotku samostatný kabel CYKY-J 3x2,5
	Metr od klimatizační jednotky vyvést ze stropu kabel J-Y(ST)Y 2x2x0,8 pro připojení IR vysílače.

POZNÁMKY:

- Pečlivě si prostudujte legendu, elektro připravenost topení MWire (je-li instalováno) a přiložené dokumenty popisující topologii Loxone kabeláže.
- Výška zásuvek od podlahy 300 mm, není-li zakresleno jinak.
- Výška vypínačů, tlačítek, Loxone Touch tlačítek 1200 mm od podlahy, není-li zakresleno jinak.
- Výška je určena od "nuly" podlahy v daném patře pro střed instalační krabice nebo vývodu.
- Vypínače a zásuvky 150 mm od hrany dveří, oken, či jiných otvorů nebo výklenků, není-li zakresleno jinak.
- Pro všechny vývody nechat volný konec cca 0.5 m.
- Pro vývody a smyčky ve stropě nechat volný konec cca 1 m.
- V případě instalace větrání na WC a v koupelnách, přivést pro každý ventilátor samostatný kabel.
- Slaboproudou kabeláž vést v kabelových chráničkách. Odděleně od silnoproudého vedení.
- Většinu rozvodů Loxone vést nad sádrokartonovým podhledem.

Pokud naleznete v dokumentaci chybu nebo budete potřebovat něco vysvětlit, kontaktujte dodavatele systému Loxone!

Legenda kabeláže:

- Kabelová trasa silnoproudu
- Kabelová trasa slaboproudu
- Sdružená kabelová trasa silnoproudu
- Sdružená kabelová trasa slaboproudu
- Odbočení/odělení z kabelové trasy
- Stoupající vedení
- Klesající vedení

Značení kabeláže smyček/sběrnic:

B.T.1.RB2(0,1)

- Výška prvku od podlahy v metrech, není-li uvedena viz poznámka
- Rozvaděč
- Číslo okruhu smyčky/sběrnice
- Typ sběrnice, smyčky
  - T - sběrnice Loxone Tree - UTP cat6
  - LT - sběrnice/smyčka Loxone Tree s posíleným napájením - Loxone Tree kabel
  - Z - smyčka napájení žaluzií - CYKY 3x1,5
  - D - Smyčka digitálních vstupů - J-Y(ST)Y počet párů viz schéma rozvaděče
- Sběrnice nebo smyčka napájení

Značení okruhů:

109.Z1.RB2(0,8)

- Výška prvku od podlahy v metrech, není-li uvedena viz poznámka
- Rozvaděč
- Okruh a číslo okruhu
  - Z - zásuvky - kabel viz schéma rozvaděče
  - S - světelný vývod - kabel viz schéma rozvaděče
  - L - vývod pro LED - kabel viz schéma rozvaděče
  - D - datová zásuvka - cat6
  - T - anténní zásuvka - Koaxiální kabel 50 Ohm
- Číslo místnosti

Značení okruhů topení:

MW1 - číslo okruhu a kabeláž dle elektro připravenosti MWire

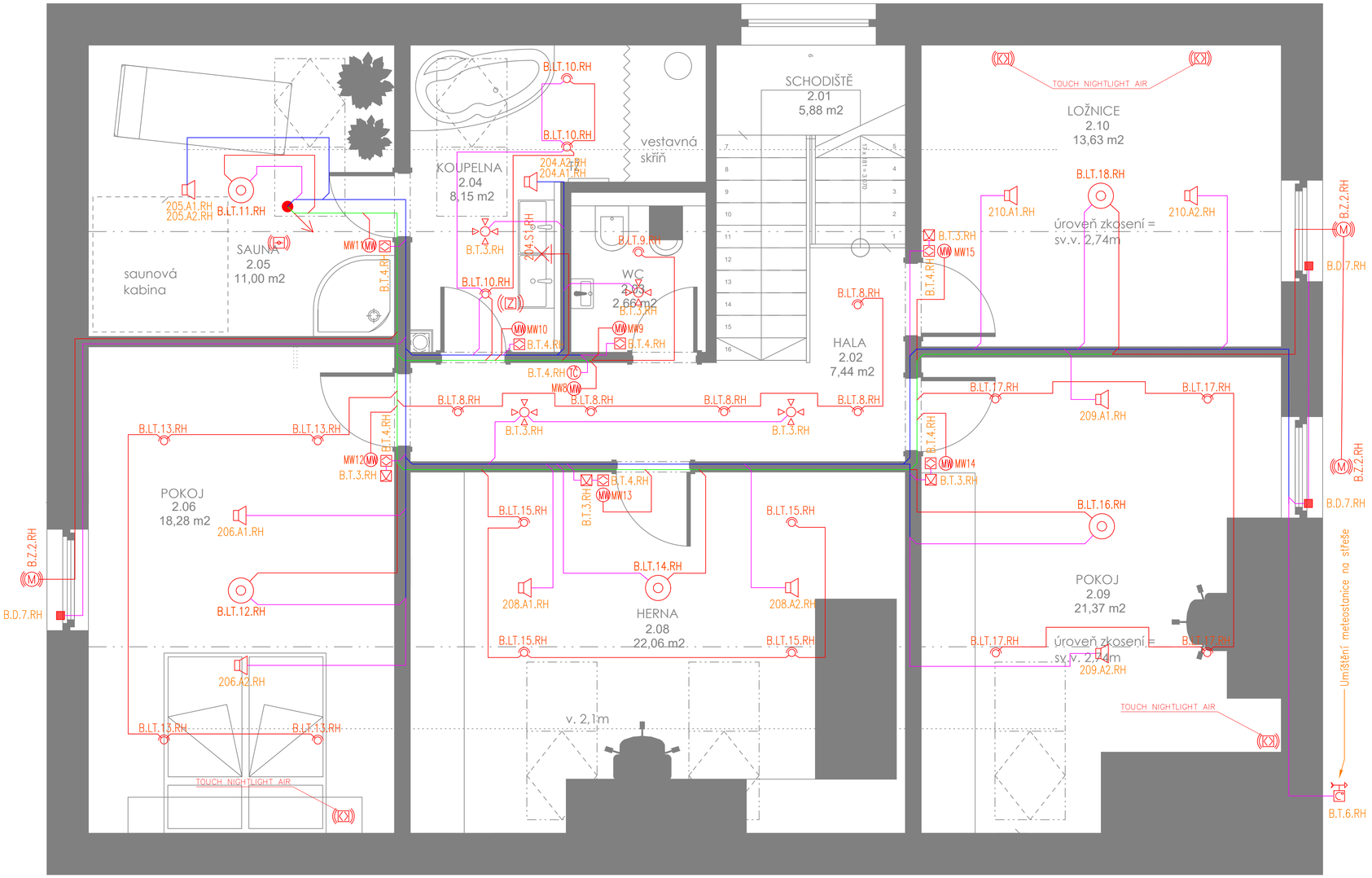
Pro svítidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm.

Pro svítidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm.

Pro pohybová čidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm a osadit krabičku KU68.

SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE LOXONE
SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE LOXONE

PŮDORYS 1NP



LEGENDA PRVKŮ ELEKTROINSTALACE

Slaboproudá elektroinstalace:

Zařízení Loxone Tree

Tlačítko Touch Tree	Stropní pohybový sensor Tree	Kódová klávesnice Tree	Touch Surface Tree Instalace do nábytku	Komfortní sensor Tree
Meteostanice Tree	Havice Tree	Compact Dimmer Tree	Alarmová siréna Tree	Nano DI Tree

Kabel: Kabel Tree nebo UTP cat6 / cat7
Topologie: smyčková, stromová
Kabeláž: kabel Tree je možno vést ve smyčce od jednoho prvku Tree k druhému. Je možno kabeláž taktéž různě větvit. Kabel vést od rozvaděče s řídící jednotkou. Maximálně 50 zařízení na jednu smyčku.
Značení okruhů: B.T nebo B.LT

Zařízení Loxone Tree s přídavným napájením - Loxone Tree kabel

Stropní světlo	Bodové světlo bíle PWM nebo Tree

Kabel: Loxone Tree kabel nebo UTP a CYKY-J
Topologie: smyčková, stromová - pro každý okruh samostatný kabel
Kabeláž: kabel vést smyčkově nebo větvit mezi prvky stejného okruhu. Na Loxone Tree kabel se napojují i ostatní prvky Tree. Například v případě světel se pohybové čidlo napojí na Tree kabel. Není tak zapotřebí přivést další kabel UTP. Bodová světla jsou buď ovládána Compact Dimmerem nebo v případě barevných bodovek přímo na kabel Tree.
Značení okruhů: B.LT

Zařízení Loxone Air

Smart Socket Air	Detektor kouře Air	Tlačítko Touch Air	Touch Surface Air Instalace do nábytku	Záplavový sensor Air

Kabel: Není-li uvedena v dokumentaci, žádná
Kabeláž: K většině prvků Loxone Air není potřeba. Pokud se ovšem u daného prvku objevuje označení, je potřeba přivést kabeláž podle značení okruhu.

Digitální vstupy

Pohybový sensor	Magnetický kontakt	Záplavový sensor	Tlačítko/zvonek	Jiný vstup

Kabel: J-YSTSTY - počet žil viz schéma rozvaděče - Standardně 5x2x0,8
Topologie: smyčková
Kabeláž: Pro eliminaci množství slaboproudé kabeláže v rozvaděčích se zařízení nebo různé senzory připojují za pomocí smyček kabelu J-YSTSTY. Daný prvek se připojí většinou na 1 pár vodiče a pokračuje k dalšímu prvku. Ty to zařízení se pro úsporu kabeláže připojují i do Nano DI Tree
Značení okruhů: B.D

Žaluziový vývod bezdrátový aktor nebo pohon	Kabel: CYKY-J 3x1,5 Topologie: Smyčková Kabeláž: Smyčkovat mezi žaluziovými vývody. Max 10 motorů na jednu smyčku. Vývod umístit dle požadavků dodavatele žaluzií. Značení okruhů: B.Z

Síťová zařízení a zásuvky

Datová zásuvka jednonásobná	Datová zásuvka dvojnásobná	Stropní AP Wi-Fi	Interkom

Kabel: UTP/FTP cat6 nebo vyšší
Topologie: hvězdicová
Kabeláž: Pro každý datový okruh vést kabel zvlášť od datového rozvaděče
Značení okruhů: D

Anténní zásuvka	Kabel: Koaxiální kabel Topologie: hvězdicová Kabeláž: pro každý okruh samostatný kabel, vést od rozdělovače antény Značení okruhů: T

Elektrický zámek dveří	Kabel: J-YSTSTY - počet žil viz schéma rozvaděče Topologie: hvězdicová Kabeláž: pro každý zámek přivést zvlášť od rozvaděče kabel Značení okruhů: B.D

Vývod pro LED	Kabel: CYSY 2x1,5, CYSY 2x2,5, CYSY 5x1,5, CYSY 5x2,5 Topologie: hvězdicová, smyčková Kabeláž: V případě stmívání LED vývodu z rozvaděče je veden CYSY kabel ke každému vývodu zvlášť. Přesný kabel viz schéma rozvaděče. Většinou však CYSY 5x1,5. Značení okruhů: L

Číslo Vývod	Jiný vývod Kabeláž uvedena v dokumentaci nebo ve schéma rozvaděče. Topologie podle značení okruhu.

Audio - Reproduktory	
Stropní reproduktor	Nástěnný reproduktor
Kabel: Dvoužilový kabel pro reproduktory 1,5mm² nebo 2,5mm²	
Topologie: hvězdicová	
Kabeláž: do vzdálenosti 20 metrů postačuje průřez 1,5mm² a nad tuto vzdálenost 2,5mm². Kabel vést od reproduktoru přímo k zesilovači. Pokud je u reproduktoru označení dvou okruhů je nutno přivést dvě dvojlinky - reproduktor pracuje v režimu stereo. Zesilovač je umístěn v RO.	
Značení okruhů: A	

Silnoproudá elektroinstalace:

Světelné vývody

Stropní světelný vývod		Nástěnný světelný vývod	

Kabel: CYKY-J 3x1,5 nebo CYKY-J 5x1,5 - viz schéma rozvaděče
Topologie: smyčková, hvězdicová
Kabeláž: pro každý okruh samostatný kabel, v rámci okruhu smyčkovat
Značení okruhů: S

Zásuvky

Zásuvka 230V	Zásuvka dvojitá 230V	Zásuvka 230V s USB	Zásuvka spínaná z rozvaděče	Zásuvka 380V	Zásuvka IP44

Kabel: CYKY-J3x2,5 nebo CYKY-J5x2,5
Topologie: smyčková, hvězdicová
Kabeláž: Pro každý okruh samostatný kabel. V rámci okruhu smyčkovat. V případě 380V může být požadován větší průřez vodiče např. nabíječka elektromobilu.
Značení okruhů: Z

	Odvětrávání/digestoř Pro každý ventilátor nebo odvětrávání samostatný kabel CYKY-J 3x1,5

Nástěnný tablet instalační krabice KU 100	Kabel: CYKY-J 3x2,5 Topologie: hvězdicová, smyčková Kabeláž: Tablet je napájen z okruhu nejbližší zásuvky v místnosti. Výška: střed instalační krabice 1,5 m od podlahy. Značení okruhu: Z

Topení MWire - krabice KPR68

Loxone Touch Tree tlačítko + přívody MWire	Prostorové teplotní čidlo + přívody MWire

Kabel: CYKY-J 3X1,5 (počet dle elektropřipravenosti MW) + UTP cat6 nebo cat7
Topologie: MW - hvězdicová - pro každý okruh a přívod samostatný CYKY kabel
teplotní čidlo - smyčková - mezi krabicemi smyčkovat kabel UTP
Kabeláž: Přívody pro podlahové topení MWire jsou vyvedeny v instalační krabici KPR68. Z této krabice vedou dvě kabelové průchodky do výšky izolace. V případě koupelen je od rozvaděče navíc přiveden kabel CYAA 2Ž do výšky izolace. Detailnější popis požadavků v elektro připravenosti MW. Pro napojení teplotního čidla podlahy a prostoru je potřeba přivést kabel UTP. Kabel UTP v případě osazení tlačítka Touch je použít i pro smyčku Loxone Tree sběrnice, není tak nutno přivádět další samostatný kabel. Do této krabice však nesmí být přiveden Loxone Tree kabel! Instalační výška pro krabici MW osazenou i tlačítkem je stejná jako pro zbylá tlačítka v domě. V případě samostatné krabice pro topení je instalační výška stejná jako pro zásuvky není-li uvedeno jinak. Tato krabice je v případě instalace vedle zásuvky ve společném rámečku zakryta zástěnkou.
Značení okruhů: MW - pro přívody topení, B.T - pro sběrnici čidel a Tree sběrnici.

	Klimatizace Pro každou jednotku samostatný kabel CYKY-J 3x2,5 Metr od klimatizační jednotky vyvést ze stropu kabel J-YSTSTY 2x2x0,8 pro připojení IR vysílače.

POZNÁMKY:

- Pečlivě si prostudujte legendu, elektro připravenost topení MWire (je-li instalováno) a přiložené dokumenty popisující topologii Loxone kabeláže.
- Výška zásuvek od podlahy 300 mm, není-li zakresleno jinak.
- Výška vypínačů, tlačítek, Loxone Touch tlačítek 1200 mm od podlahy, není-li zakresleno jinak.
- Výška je určena od "nuly" podlahy v daném patře pro střed instalační krabice nebo vývodu.
- Vypínače a zásuvky 150 mm od hrany dveří, oken, či jiných otvorů nebo výklenků, není-li zakresleno jinak.
- Pro všechny vývody nechat volný konec cca 0.5 m.
- Pro vývody a smyčky ve stropě nechat volný konec cca 1 m.
- V případě instalace větrání na WC a v koupelnách, přivést pro každý ventilátor samostatný kabel.
- Slaboproudou kabeláž vést v kabelových chráničkách. Odděleně od silnoproudého vedení.
- Většinu rozvodů Loxone vést nad sádrokartonovým podhledem.

Pokud naleznete v dokumentaci chybu nebo budete potřebovat něco vysvětlit, kontaktujte dodavatele systému Loxone!

Legenda kabeláže:

Kabelová trasa silnoproudu
Kabelová trasa slaboproudu
Sdružená kabelová trasa silnoproudu
Sdružená kabelová trasa slaboproudu
Odbočení/odělení z kabelové trasy
Stoupající vedení
Klesající vedení

Značení kabeláže smyček/sběrnic:

B.T.1.RB2(0.1)

- Výška prvku od podlahy v metrech, není-li uvedena viz poznámka
- Rozvaděč
- Číslo okruhu smyčky/sběrnice
- Typ sběrnice, smyčky
  - T - sběrnice Loxone Tree - UTP cat6
  - LT - sběrnice/smyčka Loxone Tree s posíleným napájením - Loxone Tree kabel
  - Z - smyčka napájení žaluzií - CYKY 3x1,5
  - D - Smyčka digitálních vstupů - J-YSTSTY počet párů viz schéma rozvaděče
- Sběrnice nebo smyčka napájení

Značení okruhů:

109.Z1.RB2(0.8)

- Výška prvku od podlahy v metrech, není-li uvedena viz poznámka
- Rozvaděč
- Okruh a číslo okruhu
  - Z - zásuvky - kabel viz schéma rozvaděče
  - S - světelný vývod - kabel viz schéma rozvaděče
  - L - vývod pro LED - kabel viz schéma rozvaděče
  - D - datová zásuvka - cat6
  - T - anténní zásuvka - Koaxiální kabel 50 Ohm
- Číslo místnosti

Značení okruhů topení:

MW1 - číslo okruhu a kabeláž dle elektro připravenosti MWire

Pro svítidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm.

Pro svítidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm.

Pro pohybová čidla označená tímto znakem udělat do SDK otvor o průměru 68mm a osadit krabičku KU68.

SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE LOXONE
SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE LOXONE

PŮDORYS 2NP