

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2024

**BC. MATYÁŠ
NEBŘENSKÝ**

**FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE**



**Technické a kvalitativní požadavky na návrh a
provedení hydroizolací střech**

**Technical and quality requirements for the
design and execution of roof waterproofing**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Bc. Matyáš Nebřenský

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Příprava, provoz a realizace staveb
Vedoucí práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.
Katedra: Katedra technologie staveb

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Nebřenský</u>	Jméno: <u>Matyáš</u>	Osobní číslo: <u>465999</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Technické a kvalitativní požadavky na návrh a provedení hydroizolací střech</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Technical and quality requirements for the design and execution of roof waterproofing</u>	
Pokyny pro vypracování: 1) Rešerše závazných (podle právních předpisů) a doporučených (podle norem ČSN) technických požadavků na návrh hydroizolačního souvrství střech 2) Rešerše kvalitativních požadavků na provedení hydroizolací střech podle technických norem ČSN a doporučení výrobců 3) Vytvoření podkladu pro kontrolu technických požadavků navržené hydroizolační skladby střechy 4) Vytvoření podkladu pro kontrolu kvality provedení hydroizolační skladby střechy	
Seznam doporučené literatury: Vyhláška č. 268/2009 Sb. - Vyhláška o technických požadavcích na stavby, Pražské stavební předpisy Směrnice České hydroizolační společnosti, podklady výrobců (např. atelier DEK) technické normy ČSN, zejména ČSN 73 1901-1, ČSN 73 1901-3,	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Linda Veselá, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>27.09.2023</u>	Termín odevzdání DP v IS KOS: <u>08.01.2024</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Technické a kvalitativní požadavky na návrh a provedení hydroizolací střech“, vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 07.01.2024

Matyáš Nebřenský

Poděkování

Za velkou podporu v průběhu tvorby této diplomové práce bych chtěl poděkovat vedoucí práce paní Ing. Lindě Veselé, Ph.D. za předmětné připomínky a za čas, který mi věnovala. Dále panu Ing. Michalu Himmelovi, který mě uvedl do problematiky metody impedanční defektoskopie a vysvětlil mi hlavní zásady měření.

Za velkou podporu nejen během tvorby diplomové práce, ale během celého studia chci poděkovat své rodině, která mi je vždy oporou, věří ve mě a podporuje mě.

Abstrakt

V diplomové práci jsou popsány zásady navrhování a provádění povlakových hydroizolací plochých střech z asfaltových pásů. Zásady jsou popsány na základě požadavků ČSN a technických podkladů výrobců.

Práce obsahuje posouzení správnosti návrhu konkrétní skladby hydroizolačního souvrství na konkrétní střeše bytového domu v Praze.

Praktickou část práce jsem věnoval impedanční defektoskopii, nedestruktivní metodě, zabývající se vyhledáváním mechanických defektů ve vrstvě hydroizolace a detekcí zvýšené míry vlhkosti pod vrstvou hydroizolace.

Klíčová slova

Povlaková hydroizolace; hydroizolační konstrukce; vlhkost; impedanční defektoskopie; vlhkostní mapa; plochá střecha; technické požadavky; kvalitativní požadavky; tepelná izolace

Abstract

The thesis describes the principles of designing and implementing waterproofing covers of flat roofs made of asphalt strips. The principles are described on the basis of the requirements of the norms ČSN and the technical bases of the manufacturers.

The work includes an assessment of the correctness of the design of the specific composition of the waterproofing layer on a specific roof of an apartment building in Prague.

I devoted the practical part of the work to impedance defectoscopy, a non-destructive method dealing with the search for mechanical defects in the waterproofing layer and the detection of an increased level of moisture under the waterproofing layer.

Key words

Waterproofing cover; waterproofing construction; humidity; impedance defectoscopy; moisture map; flat roof; the technical requirements; qualitative requirements; heat insulation

Obsah

1. Úvod	1
2. Historie a výroba asfaltových pásů	3
3. Rešerše závazných a doporučených technických požadavků na návrh hydroizolačního souvrství střech	4
3.1. Vyhláška 268/2009 sb. – Vyhláška o technických požadavcích na stavby	4
3.2. ČSN 73 1901 – 1 Navrhování střech – Část 1: Základní ustanovení	5
3.2.1. Namáhání střech	6
3.2.2. Namáhání a zatížení střech	6
3.2.3. Základní požadavky na střechy	7
3.2.4. Zásady pro navrhování střech	8
3.2.5. Zásady konstrukčního řešení	9
3.2.6. Příloha B normy ČSN 1901-1	12
3.3. ČSN 73 1901 – 3 Navrhování střech – Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi	13
3.3.1. Zásady pro navrhování střech s povlakovou hydroizolací	13
3.3.2. Zásady konstrukčního řešení	15
3.3.3. Zásady řešení detailů a konstrukcí navazujících na střechu s povlakovou hydroizolací	17
3.3.4. Přílohy normy ČSN 1901-3	19
3.4. ČHIS 01 – Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti	20
3.5. ČHIS 02 Výskyt kaluží na povlakových krytinách plochých střech	20
3.5.1. Pravidla a doporučení směrnice týkající se tvaru, sklonu a odvodnění plochých střech	21
3.6. KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací, Skladby a detaily – leden 2021, konstrukční, technické a materiálové řešení	22
3.6.1. Mechanická odolnost a stabilita	22
3.6.2. Požární bezpečnost	22
3.6.3. Ochrana zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí	22
3.6.4. Ochrana proti hluku a vibracím	23
3.6.5. Bezpečnost při užívání	23
3.6.6. Úspora energie a tepelná ochrana	23
3.6.7. Trvanlivost střech	23
3.6.8. Hlavní hydroizolační vrstva	24
4. Rešerše kvalitativních požadavků na provedení hydroizolací střech podle technických norem ČSN a doporučení výrobců	25
4.1. SVAP abeceda asfaltových pásů	25

4.1.1.	Nástroje pro pokládku a klimatické podmínky během pokládání.....	27
4.1.2.	Pravidla pro montáž asfaltových pásů v detailech	27
4.1.3.	Klad asfaltových pásů	27
4.1.4.	Pokládka s ohledem na spád střechy	28
4.2.	Asfaltové pásy – montážní návod DEK	29
4.2.1.	Požadované povětrnostní podmínky.....	29
4.2.2.	Obecné požadavky na sklon krytiny z asfaltových hydroizolačních pásů	30
4.2.3.	Požadavky na podklad vrstvy hydroizolace	30
4.2.4.	Kotvení HI ze dvou asf. pásů.....	33
5.	Podklad pro kontrolu technických požadavků navržené hydroizolační skladby střechy	34
6.	Posouzení návrhu konkrétní skladby ploché střechy bytového domu	43
6.1.	Obecně	43
6.2.	Střecha objektu	43
6.3.	Skladba střechy	43
6.4.	Posouzení dle závazné normy ČSN 73 1901-1	45
6.4.1.	Záchytný systém proti pádu z výšky	45
6.4.2.	Požární bezpečnost	45
6.4.3.	Ochrana zdraví, osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí 48	
6.4.4.	Ochrana proti hluku.....	48
6.4.5.	Bezpečnost při užívání.....	48
6.4.6.	Konstrukční zásady	48
6.5.	Posouzení dle závazné normy ČSN 73 1901-3	50
7.	Podklad pro kontrolu kvality provedení hydroizolační skladby střechy	58
8.	Praktická část.....	63
8.1.	Impedanční defektoskopie	63
8.2.	Měření impedanční defektoskopií na střeše panelového domu.....	67
8.2.1.	Postup měření	70
8.3.	Měření impedanční defektoskopií na střeše bytového domu	76
8.3.1.	Postup měření	78
8.4.	Vyhodnocení měření	89
9.	Závěr.....	91
	Seznam obrázků	92
	Seznam použité literatury	95

1. Úvod

Jednou z neproblematičtějších konstrukcí ve stavebnictví jsou bezesporu hydroizolace. Konstrukce, které brání vodě a vlhkosti v průniku do vnitřních prostor objektu a do vnitřní struktury materiálů, ze kterých je stavba postavena. V případě porušení hydroizolační konstrukce dochází k průniku vody a vlhkosti do konstrukcí, které nejsou proti namáhání vlhkosti odolné. Materiály tak podléhají korozi, celkové degradaci, a tím ztrácí původně navrženou funkci. Funkce, které mohou být ovlivněny degradací materiálů z důvodu průniku vlhkosti, jsou například statická, protipožární, tepelněizolační, akustická nebo estetická.

V současné době je v návrhu možné využít velké množství variant skladeb plochých střešních pláštů. Na trhu jsou desítky materiálových řešení pro realizaci hydroizolačního povlaku. Proto se v této práci budu zabývat konkrétním typem střešního pláště, kterým je jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů. Touto variantou střešního pláště se budu zabývat i v praktické části diplomové práce.

V úvodní části práce zpracovávám rešerši závazných a doporučených požadavků na návrh hydroizolace plochých střeš podle českých technických závazných norem ČSN 73 1901-1 a ČSN 73 1901-3 a souvisejících doporučených směrnic a publikací.

Rešerše závazných a doporučených předpisů je stěžejní pro splnění cíle diplomové práce, kterým je vytvoření obecného podkladu pro kontrolu návrhu hydroizolační konstrukce ploché střešy a následně také podkladu pro kontrolu realizace hydroizolační konstrukce ploché střešy.

S pomocí těchto podkladů je možné splnit další cíl práce, a tím je posouzení konkrétního návrhu hydroizolační konstrukce ploché střešy bytového domu v Praze. Podle zvláštního dokumentu byl návrh také posouzen z hlediska požární bezpečnosti.

Po posouzení návrhu zmíněné střešy budu v praktické části diplomové práce na této střeše, pomocí metody impedanční defektoskopie, měřit míru vlhkosti a hledat mechanické defekty v ploše povlaku hydroizolace. Metodu

impedanční defektoskopie nejdříve popíšu obecně. Po provedení měření, popíšu konkrétní postup této činnosti. Z měření zpracuji vlhkostní mapu a popíšu jakého rozsahu jsou vady ploché střechy a jaké jsou potřeba realizovat opatření.

Pro rozšíření části diplomové práce o impedanční defektoskopii, budu touto metodou analyzovat ještě jednu střechu. Bude jí plochá střecha panelového domu v Praze s povlakovou hydroizolací z mPVC.

2. Historie a výroba asfaltových pásů

Těžba asfaltu sahá až do dob Mezopotámie. V této oblasti byl používán asfalt již 4500 let před naším letopočtem. Využíval se tehdy jako asfaltová malta pro lepení cihel nebo jako izolace proti vodě. Asfalt byl těžen židovskými obchodníky. Také z této doby pochází název Bitumen, který známe dnes, dříve se asfalt označoval jako Bitumen Judaicum.

Název asfalt pochází z řeckého slova ásfaltos. Ve starověkém Řecku se asfalt těžil v oblasti dnešní Albánie. V té době byl asfalt využíván téměř výhradně na místech svého výskytu.

V Čechách sahají kořeny výroby izolačních pásů do roku 1868, kdy se v továrně na papír v Bělé pod Bezdězem začaly vyrábět izolační lepenky na bázi kamenouhelných dehtů.

V roce 1949 došlo ke znárodnění mnoha podniků a výroba střešních izolačních materiálů na bázi dehtů a asfaltů se přesunula do podniku Dehtochema.

Později v roce 1953 se přešlo na výrobu z dehtovaných na asfaltové pásy, a to kvůli zjištění obsahu polycyklických aromatických karcinogenních uhlovodíků v dehtu. Faktem je, že dehet a asfalt vypadají podobně, ale mají jiné chemické složení, dehet je vyráběn z uhlí a asfalt je vyráběn destilací z ropy.

Nosné vložky do asfaltových pásů se začaly používat v roce 1953 a to ze skleněné tkaniny a později ze skleněné rohože. Těžké natavitelné asfaltové pásy s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny se začaly vyrábět v roce 1956, těmi byly například SKLOBIT – 1956 nebo BITAGIT – 1963.

Po roce 1989 dochází k modernizaci výroby asfaltových pásů na nejnovější technologie tak, jak ji známe dnes.

Dnešní výrobní linky na asfaltové pásy jsou všestranné a umí vyrábět jak lehké asfaltové pásy, tak těžké modifikované a oxidované natavitelné asfaltové pásy v různých tloušťkách s různou výztužnou vložkou a s různými typy spodní i vrchní povrchové úpravy. Výrobní zařízení se liší hlavně ve způsobu chlazení asfaltových pásů. Pásy se při výrobě chladí buď soustavou chladicích válců nebo vodou, obě možnosti mají své výhody i nevýhody.

3. Rešerše závazných a doporučených technických požadavků na návrh hydroizolačního souvrství střeš

3.1. Vyhláška 268/2009 sb. – Vyhláška o technických požadavcích na stavby
V platné vyhlášce o technických požadavcích na stavby jsou stanoveny základní požadavky na střechy budov v §25 Střechy.

Vyhláška stanovuje, že střechy musí zachycovat a odvádět srážkové vody, sníh a led tak, aby neohrožovaly chodce a účastníky silničního provozu nebo zvířata v přilehlém prostoru. Má zabraňovat vnikání vody do konstrukcí staveb. Konstrukce střechy musí být navržena na normové hodnoty zatížení.

Střešní konstrukce musí splňovat požadavky na tepelně technické vlastnosti z hlediska prostupu vodní páry a prostupu vzduchu.

Musí být splněny požadavky na následující hodnoty

- **nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce**
- **součinitel prostupu tepla**
- **lineární a bodový součinitel prostupu tepla**
- **kondenzace vodních par a bilance vlhkosti v průběhu roku**
- **průvzdušnost konstrukce a spár mezi konstrukcemi**
- **tepelná stabilita konstrukce v zimním a letním období**
- **prostup tepla obvodovým pláštěm budovy**

3.2. ČSN 73 1901 – 1 Navrhování střeš – Část 1: Základní ustanovení

Tento text není přepisem normy ČSN 73 1901-1, je pouze výtalem nejnutnějších částí normy týkající se tématu diplomové práce.

Samotný text nelze použít v žádném případě pro návrh hydroizolační konstrukce střeš.

Česká technická norma ČSN 1901-1 je norma právně závazná. Obsahem normy jsou obecné zásady pro navrhování střeš. Problematika a zásady pro provádění střeš nejsou obsahem této normy.

Daná norma specifikuje požadavky na střeš budov tak, aby splňovaly svou funkci.

Norma je platná pro střeš, střešní terasy, balkony, lodžie, přístřešky, markýzy, koruny atik a zdí a římsy.

Norma naopak neplatí pro střeš s textilní krytinou, nafukovací haly, skleníky, průsvitné a průhledné konstrukce částí střeš, fasády a výplně otvorů ve střešách. Dále norma nestanovuje technické požadavky na stavební výrobky pro střeš.

Podle této normy je střeš stavební konstrukcí, která shora ohraničuje a chrání pozemní stavbu proti povětrnostním vlivům. Pro potřeby této normy je střešou i konstrukce bez požadavků na vnitřní prostředí.

Norma vysvětluje pojem hydroizolační konstrukce jako konstrukci zachycující a odvádějící srážkové vody a zabraňující vnikání vody do konstrukce staveb. Hydroizolační konstrukce se skládá z jedné nebo více hydroizolačních vrstev. Součástí hydroizolační konstrukce jsou i její konstrukční detaily jako jsou například klempířské prvky zajišťující zachytávání a odvod vody.

Dle normy je povlaková hydroizolační vrstva vrstvou, která je tvořena z vodotěsných prvků vzájemně hydroizolačně spojených. Spoje musí vykazovat stejnou vodotěsnost jako jednotlivý prvek.

Pojistnou hydroizolací je dle normy vrstva, která chrání stavební konstrukci v případě poruchy hlavní hydroizolace.

Plánovaná životnost střechy je dle normy doba, po kterou musí střecha při běžné údržbě a působení běžně předvídatelných vlivů plnit základní požadavky platné v době zpracování projektové dokumentace.

3.2.1. Namáhání střeš

Hlavními faktory ovlivňujícími návrh střeš jsou vnitřní a vnější vlivy působící na střešy.

Vnější vlivy jsou závislé na umístění stavby a místních podmínkách. Jsou to klimatické, chemické, biologické, akustické, seizmické a dynamické.

Mezi klimatické vlivy patří hlavně působení větru, deště, sněhu, stékající vody, teploty, vlhkosti ad. Mezi biologické vlivy patří výskyt mikroorganismů na ploše střechy hlavně v místech, kde se dlouhodobě zdržuje neodtékající srážková voda a nečistoty přinesené na střechu z vnějšího prostředí. Takové nečistoty mohou být pyl, listy, hlína, prach ad. Mikroorganismy se tvoří hlavně za působení slunečního záření a vlhkosti.

Vnitřními vlivy ovlivňující mikroklima ve skladbě střešní konstrukce jsou teplota, vlhkost, proudění vzduchu, zkondenzovaná voda ad. Obecně se pak vnitřní vlivy dělí na chemické, biologické, akustické a dynamické. V neposlední řadě se mezi vnitřní vlivy řadí i způsob využití objektu.

3.2.2. Namáhání a zatížení střeš

Základní namáhání střechy ovlivňující návrh střeš je zatížení vlastní tíhou a tíhou stavebních konstrukcí, které leží na ploše střechy a dále tíhou technologických zařízení na střeše.

Střecha je dále namáhána vodou, větrem nebo provozem.

Střecha může být také namáhána vzájemným ovlivňováním materiálů. Některé výrobky z PVC-P se při vzájemném přímém kontaktu ovlivňují s výrobky z polystyrenu nebo s výrobky z asfaltu.

Při přímém kontaktu vrstvy z PVC-P a polystyrenu EPS dochází u PVC-P k postupnému uvolňování změkčovadel. Následně pak vrstva PVC-P tvrdne a přestává být elastická. Dochází pak k tvorbě defektů vlivem teplotní a délkové roztažnosti.

3.2.3. Základní požadavky na střechy

Mechanická odolnost a stabilita

Střecha musí být navržena dle normových hodnot tak, aby nedocházelo při běžné údržbě k nadměrnému přetvoření nebo kmitání a tím nedošlo k poškození nosné konstrukce střechy ani dalších vrstev ve střešním plášti. Dále nesmí dojít k ohrožení provozuschopnosti a funkce střechy.

Střecha musí být navržena tak, aby umožnila běžné užívání, běžně prováděnou údržbu a také údržbu technických a technologických zařízení na střeše.

Záchytné systémy musí být navrženy tak, aby měly dostatečnou mechanickou odolnost a byly dostatečně připevněny k nosnému podkladu střechy.

Průhyby a změny tvaru nosné konstrukce střechy nesmí způsobit ztrátu funkce střechy.

Pro ploché střechy musí být stanovena mezní výška vodní hladiny pro účely stanovení přípustného zatížení. Pokud tato výška není stanovena, platí mezní výška 0,00 m od nejnižšího místa povrchu hlavní hydroizolace.

Požární bezpečnost

Požadavky na požární bezpečnost jsou uvedeny v závazných českých technických normách ČSN 73 0802, ČSN 73 0804 a ČSN 73 0810.

Ochrana zdraví, osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí

Konstrukce hydroizolace musí být těsná a nesmí dovolit pronikání vody na povrch stavebních konstrukcí uvnitř staveb.

Musí být splněny požadavky závazné české technické normy ČSN 73 0540-2, tedy požadavky na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, zkondenzované množství vodní páry a roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce střechy.

Ochrana proti hluku a vibracím

Návrh střechy musí splňovat hodnoty dané českou technickou závaznou normou ČSN 73 0532.

Musí být zamezeno přesunu vibrací a hluku do navazujících stavebních konstrukcí.

Bezpečnost při užívání

Střecha musí být opatřena konstrukcí pro bezpečný přístup. U okrajů střešních pláštů, u vyústění šachet, u světlíků a v okolí nebezpečných technologických zařízení je nutné řešit bezpečnost osob. V prostoru, kde je počítáno s pohybem osob se navrhuje protiskluzný povrch. Protiskluzné povrchy se navrhují dle české technické závazné normy ČSN 74 4505.

Úspora energie a ochrana tepla

Návrh střešy musí být v souladu s požadavky na energetickou náročnost budov.

Návrh střešy musí dále splňovat požadavky normy ČSN 73 0540-2, kterými jsou součinitel prostupu tepla střešy, lineární a bodový součinitel prostupu tepla, průvzdušnost spár a netěsnost střešy, tepelnou stabilitu podstřešních místností.

V návaznosti na hodnocení energetické náročnosti budov nebo požaduje-li to objednatel, mohou být stanoveny vyšší požadavky.

Norma stanovuje, že stanovení součinitele prostupu tepla tepelněizolační vrstvy se zkosenými hranami tzn. spádovými klíny, má být provedeno pomocí ČSN EN ISO 6946.

Udržitelné využívání přírodních zdrojů

Návrh střešy má být proveden tak, aby byla při jejím bourání zajištěna recyklovatelnost a opětovné využití použitých materiálů. Dále má být střecha provedena a zbourána tak, aby bylo zajištěno udržitelné využití přírodních zdrojů.

3.2.4. Zásady pro navrhování střeš

Obecně

Norma stanovuje, že hydroizolační konstrukce a pojistné hydroizolační vrstvy musí být odvodněny.

Provozní vrstva

Na střeších bez provozu se navrhuje tzv. lokální provozní vrstva. Tato vrstva má být v přístupových trasách k technologickým zařízením na střeše a pro kontrolu a údržbu střechy.

Hydroizolační vrstva

Hydroizolační vrstva se navrhuje podle své funkce ve skladbě střechy, podle přístupnosti pro opravy ad.

Návrhový sklon hydroizolační vrstvy se řídí dle požadavků výrobce, sklon nesmí být nikdy menší, než deklaruje výrobce materiálu hydroizolační vrstvy.

Parotěsná vrstva

Tato vrstva je důležitá pro zamezení šíření vodních par v konstrukci a pro zajištění bilance vlhkosti ve střeše v průběhu roku. Toto je důležité pro splnění technických požadavků závazné normy ČSN 73 0540-2.

Nosná vrstva

Je stanoveno, že se nosná vrstva střechy má navrhovat podle Eurokódu 1, ČSN EN 1991 „Zatížení konstrukcí“ a to pomocí všech jeho částí.

Spádová vrstva

Spádovou vrstvu má tvořit lehký beton, beton nebo spádové klíny z tepelněizolačních desek. Spád může tvořit také nosná konstrukce.

Separáční vrstva

Separáční vrstva ve skladbě střechy slouží pro oddělení konstrukcí, které se mohou negativně navzájem ovlivňovat.

U vegetačních střeš slouží separáční vrstva především k oddělení sypkých materiálů, které se nemají promíchat, ale má mezi nimi procházet voda.

3.2.5. Zásady konstrukčního řešení

Obecně

Konstrukční řešení má obecně korespondovat s výškou objektu, tvarem objektu, využitím objektu a jeho orientací.

V návrhu je nezbytné zohlednit požadavky požární bezpečnosti, klimatické podmínky místa stavby, parametry vnitřního prostředí a

požadavky právních předpisů, územního plánu lokality, požadavky objednatele, namáhání střešní konstrukce, parametry technických zařízení na střeše ad.

Obecně je doporučeno navrhovat navazující konstrukce (např. rozhraní svislé fasády a ploché střechy) jako vzájemně propojené. Je-li toto rozhraní navrženo jako propojené, je nutné v návrhu zohlednit deformace navazujících konstrukcí.

Je-li na ploše střechy navrženo technické zařízení, které brání opravě hydroizolační konstrukce pod ní, je nutné navrhnout v tomto místě hydroizolační konstrukci s vyšší spolehlivostí. Takovým technickým zařízením může být například vývod vzduchotechniky, jímací tyče, hromosvody, záložní zdroje energie apod.

Při návrhu nepochozích střeš, je při umístění technických zařízení na ploše střechy nutné, realizovat údržbové chodníky, a to z materiálů odolných proti mechanickému poškození, ke kterému může dojít při pohybu pracovníků údržby.

Kotevní prvky

Prvky pro kotvení vrstvy střechy se navrhují dle Eurokódu 1 ČSN EN 1991 a slouží pro přenos zatížení z kotvené střešní vrstvy do nosných prvků střechy.

Tvar, sklon a odvodnění střeš

Sklon střechy je tvořen spádovou vrstvou nebo sklonem nosné konstrukce střechy. Z hlediska kapacity odvodňovacích systémů je potřeba při návrhu odvodnění zohlednit vodu, která je na střechu přiváděna z navazujících konstrukcí a zařízení.

Dostatečný sklon horní vrstvy střechy a jednoduchý tvar mají příznivý vliv na bezpečný a plynulý odtok vody ze střechy.

Odvodnění plochy střeš je řešeno sklonem, je buď liniové (žlaby) nebo bodové (vtoky a chrliče). Žlaby a vtoky jsou dále napojeny na vnitřní nebo vnější odpadní potrubí.

Při návrhu odvodnění střechy je nutné zohlednit velikost odvodňované plochy, vydatnost deště v místě stavby, tvar odvodňovacích prvků ad. Prvky

odvodnění se navrhuje dle normy ČSN 75 6760 „Vnitřní kanalizace“. Vždy je nutné, aby bylo zajištěno bezpečné odvedení srážkové vody mimo stavbu.

Obecně je stanoveno, že pro jednu odvodněnou střechu s vnitřním odvodněním musí být navrženy minimálně dva bodové nebo liniové střešní vtoky se samostatnými dešťovými odpady. Jeden vtok lze nahradit přepadem nebo nouzovým odvodněním.

Střechy s povlakovou hydroizolací musí být vybaveny nouzovým odvodněním navrženým podle normy ČSN 75 6760. Dále musí být zajištěna pravidelná údržba střešních odtoků.

Odpadní potrubí střech, které vede v nevytápěných prostorech je vystaveno riziku zamrznání. V případě potřeby se navrhne jeho přídavné vytápění.

Vzduchotěsná vrstva

Tato vrstva střechy je důležitá pro zamezení průniku vnitřního teplého vlhkého vzduchu do střechy a venkovního studeného vzduchu do střechy nebo do interiéru budovy tam, kde je požadavek na zajištění vzduchotěsnosti a může docházet k nežádoucímu výskytu zkondenzované vodní páry ve skladbě střechy nebo na vnitřních površích.

Pro prokázání vzduchotěsnosti slouží hodnota rozdílu tlaků, která má být stanovena v projektové dokumentaci s ohledem na normu ČSN 73 0540-2.

Opatření proti výskytu vlhkosti ve střeše

Při navrhování střech je z hlediska výskytu vlhkosti cílem navrhnout střechu s příznivým vlhkostním režimem. Tohoto požadavku se dosáhne pomocí omezení nebo vyloučení kondenzace vodní páry ve střeše, omezením nebo vyloučením vnikání vody do střechy, omezením vnikání vzduchu do střechy, umožněním vypařování vlhkosti ze střechy a omezením nebo vyloučením zabudované vlhkosti tzn. omezením nebo vyloučením mokřých procesů při výstavbě.

Pro omezení nebezpečí kondenzace vodních par ve střeše je vhodné řadit vrstvy střechy tak, aby difuzní odpor jednotlivých vrstev směrem od interiéru k exteriéru klesal.

Opatření pro zamezení šíření hluku a vibrací

U střechy s provozem je nutné řešit kročejový hluk šířící se z povrchu střechy do vnitřního prostředí. K zamezení kročejového hluku slouží pružné vložky ve skladbě střechy. Technologická zařízení je potřeba vhodně uložit nebo zavěsit tak, aby bylo zamezeno šíření kročejového hluku. Je dále možné technologická zařízení na střeše podložit antivibračními prvky, a tak je oddělit od vrstev střechy. Jsou-li tyto prvky vystaveny působení vody a dalším nepříznivým klimatickým vlivům, je nezbytné tento fakt při návrhu zohlednit.

Spolehlivost střech

Je-li specifikován požadavek na zvýšení spolehlivosti hydroizolace, je doporučeno zvýšit těsnost hydroizolace, realizovat detekční systém pro zjištění ztráty funkce vrstvy hydroizolace nebo navrhnout lokalizační systém pro zjištění přítomnosti vody pod vrstvou hlavní hydroizolace.

Zásady řešení detailů a konstrukcí navazujících na střechu

Sklon horního krytí atik a zdí má být alespoň 3°, a vždy směrem do plochy střechy.

Vrstva hydroizolace musí být na prostupující konstrukce svisle vytažena do dostatečné výšky s ohledem na zabránění průniku dešťové vody.

3.2.6. Příloha B normy ČSN 1901-1

Norma ČSN 73 1901-1 obsahuje mimo zásady navrhování střech v informativní příloze B doporučené cykly kontrol přístupných a kontrolovatelných částí střech. Tabulka B.1 obsahuje požadované stavy různých konstrukčních částí střech a jejich doporučené cykly kontrol v letech. Mimořádné kontroly nad rámec doporučených, by se měly provádět po extrémních klimatických jevech nebo po mimořádných provozních událostech. Dále norma disponuje tabulkou pro odhad cyklů obnovy konstrukčních částí uvedených v tabulce B.2. Zde dohledáme způsob, jakým se ztráta funkce projeví a nutná opatření pro obnovu funkce konstrukční části.

3.3. ČSN 73 1901 – 3 Navrhování střeš – Část 3: Střešy s povlakovými hydroizolacemi

Tento text není přepisem normy ČSN 73 1901-3, je pouze výtahem nejnmutnějších částí normy týkajících se tématu diplomové práce.

Samotný text nelze použít v žádném případě pro návrh hydroizolační konstrukce střeš.

Norma specifikuje zásady pro navrhování střeš s povlakovými hydroizolacemi. Norma neobsahuje zásady pro provádění střeš s povlakovými hydroizolacemi.

Normu je nutné použít společně s normou ČSN 73 1901-1. Norma je právně závazná.

Povlaková hydroizolace je dle normy uspořádání jedné nebo více vrstev výrobků s hydroizolačními vlastnostmi, které jako celek plní hydroizolační funkci střešy.

Asfaltové hydroizolační vrstvy charakterizuje norma ČSN EN 13 707 *Hydroizolační pásy a fólie – Vyztužené asfaltové pásy pro hydroizolaci střeš – Definice a charakteristiky.*

Hlavní hydroizolací je dle normy povlaková hydroizolace, která zajištuje ochranu stavby proti vnikání vody a vlhkosti do konstrukce a zajištuje zachytávání a odvod srážkové vody.

3.3.1. Zásady pro navrhování střeš s povlakovou hydroizolací

Pro návrh hydroizolačního povlaku střešy je nutné zohlednit funkci ve skladbě střešy, návrhové namáhání vodou, přístupnost pro údržbu, spolehlivost, plánovanou životnost a proveditelnost.

Norma doporučuje navrhovat vrstvu hydroizolace podle normy ČSN P 73 0606 *Hydroizolace staveš – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení.* Výběr asfaltového pásu pro vrstvu hydroizolace by měl probíhat s pomocí normy ČSN 73 0605-1 *Hydroizolace staveš – Povlakové hydroizolace – Požadavky na použití asfaltových pásů.*

Z hlediska namáhání vodou se povlaková hydroizolace navrhuje podle nejvíce vodou namáhaného místa střešní plochy.

Ve žlabech a v úžlabích, tedy v místech více namáhaných vodou je možné zvýšit spolehlivost hydroizolační vrstvy zesílením o další vrstvu asfaltového pásu.

Tepelněizolační vrstva

Tvoří-li tepelněizolační vrstvu deskový materiál nekotvený, volně kladený, navržený pro instalaci mechanicky kotvené vrchní hydroizolační vrstvy, musí se zohlednit riziko změny polohy desek vlivem sání větru. V náchylných místech a na koncích pracovních záběrů je nutné zajištění stálé polohy desek. Je doporučeno desky lepit nebo mechanicky kotvit k podkladu, a to vždy materiálem předepsaným výrobcem daných desek. Minimální počet kotev na jednu desku jsou dle normy dvě.

Nosná vrstva

Je nutné navrhovat prostupující konstrukce, které vystupují nad rovinu střechy tak, aby bylo možné na nich instalovat předepsané střešní souvrství.

Separáčn

Separáčn

Vzduchotěsná vrstva

U jednopláš

Expanzní vrstva

V případě, že vrstva pod hydroizolací neumožňuje přechodné vyrovnání tlaku vodní páry, navrhuje se expanzní vrstva. Pomocí vhodného materiálu se vytvoří vrstva s propojenými mezerami nebo póry.

Expanzní vrstva najde uplatnění v případě, že vrstva hydroizolace, leží přímo na betonové vrstvě.

Tato vrstva může být tvořena mezerou mezi podkladem a bodově nebo liniově připevněnou vrstvou hydroizolace. Dále může tuto vrstvu tvořit profilace spodního povrchu povlaku hydroizolace.

Pojistná hydroizolační vrstva

Vrstva pojistné hydroizolace musí být odvodněna. Doporučuje se pojistnou hydroizolaci odvodnit tak, aby viditelný odtok vody signalizoval poruchu hlavní hydroizolace.

Je obvyklé, že vrstva pojistné hydroizolace plní funkci provizorní ochranné vrstvy.

Stabilizační vrstva

Tato vrstva slouží pro stabilizaci střešního souvrství proti silovým účinkům větru. Stabilizační vrstvy mohou mít dále funkci estetickou, protipožární nebo retenční.

Stabilizační vrstva se většinou navrhuje z hrubého praného oblého kameniva, dlažby na podložkách nebo pomocí betonové desky. Norma nedoporučuje používat násypy v oblastech s velkým spadem nečistot.

V plánu pro kontrolu a údržbu je třeba zohlednit riziko výskytu náletové vegetace ve stabilizační vrstvě.

3.3.2. Zásady konstrukčního řešení

Kotevní prvky

Za vyhovující kotevní prvky z hlediska korozní odolnosti se považují prvky, které vyhoví minimálně patnácti cyklům ve zkoušce podle ČSN ISO 6988, tedy v tzv. zkoušce dle Kesternicha. Tato zkouška prokáže odolnost proti korozi vystavením spojovacích prvků kondenzaci vlhkosti v atmosféře obsahující oxid siřičitý. Za prvky odolné proti korozi se také považují prvky z korozivzdorné oceli.

Tvar a sklon odvodnění střeš

Dle normy musí být povrch povlakové hydroizolace odvodněn. Odvodnění povlakové hydroizolace zaručí její dostatečný sklon.

Průhyby nosných konstrukcí, deformace a výrobní tolerance nesmí ovlivnit navržený sklon povlakové hydroizolace.

Sklon střešy s povlakovou hydroizolací se navrhuje tak, aby na ploše střešy nevznikaly kaluže. Riziko vzniku kaluží se musí zohlednit při návrhu povlakové hydroizolace. Za vadu se nepovažuje vznik kaluží za spoji povlakové hydroizolace. Za nepřijatelné se považuje vznik kaluží v místech

nesprávně vyrovnaného podkladu nebo v důsledku nevhodného řešení odvodnění střechy.

V místech, kde je třeba vyloučit vznik kaluží se navrhne sklon povrchu hydroizolace větší než 3 %.

Vzdálenost střešních vtoků se doporučuje navrhovat maximálně 15 metrů.

Proveditelnost a realizace

Povlakové hydroizolace musí být provedeny na tuhý, soudržný, souvislý a tvarově stálý podklad. Podklad musí být schopen odolávat přítlaku při provádění spojů hydroizolační vrstvy. Požadavky na podklad z EPS stanovuje norma ČSN 72 7221-2 *Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Část 2: Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS)*. Požadavky na podklad z XPS stanovuje norma ČSN 72 7221-3 *Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Část 3: Průmyslově vyráběné výrobky z extrudovaného polystyrenu (XPS)*.

Odolnost proti bodovému zatížení tepelněizolačních výrobků stanovuje norma ČSN EN 12430.

Pojistná nebo parotěsná vrstva, plnicí funkci provizorní povlakové hydroizolace musí být vytažena minimálně 150 mm nad povrch.

Při použití stabilizační nebo provozní vrstvy střechy je potřeba počítat s její zvýšenou údržbou, která spočívá hlavně v odstraňování náletové vegetace. Tyto vrstvy zpravidla chrání vrstvy pod sebou před UV zářením a vysokou teplotou. Zvyšuje se při jejich použití biologické namáhání střechy.

Souvrství, které je použito nad povlakovou hydroizolací se má navrhovat snadno demontovatelné, aby byla umožněna oprava a údržba povlakové hydroizolace.

Vliv tvarových a objemových změn použitých výrobků a konstrukcí

Všechny sousední tuhé vrstvy ve skladbě střechy, které odlišně mění své rozměry, se mají oddělit dilatační vrstvou. Takové vrstvy mohou být monolitické spádové vrstvy, tepelné izolace nebo provozní vrstvy. Zmíněné vrstvy se mají od atik a všech prostupujících konstrukcí oddělit dilatační spárou.

3.3.3. Zásady řešení detailů a konstrukcí navazujících na střechu s povlakovou hydroizolací

Společné zásady

Část povlakové hydroizolace, která přiléhá k prostupujícím a navazujícím konstrukcím má být vytažena minimálně 150 mm s přihlédnutím ke klimatickým podmínkám lokality.

Je-li realizována pojistná vrstva hydroizolace, musí být vytažena minimálně 80 mm nad povrchem.

Parotěsná vrstva se má ukončit ve výšce tepelné izolace nebo výše. Pokud parotěsná vrstva plní též funkci pojistné hydroizolace, má být vytažena na vyšší hodnotu výšky s ohledem na předchozí odstavec.

Výška atiky se má navrhovat tak, aby bylo zabráněno padání materiálů provozních vrstev ze střechy a předmětů souvisejících s provozem na střeše.

Prostupují-li skladbou střešního pláště tyčové prvky (například odvětrání kanalizace, sloupky nosných konstrukcí apod.) je žádoucí, aby měly nad vrstvou povlakové hydroizolace kruhový nebo čtvercový průřez, aby bylo možné je spolehlivě opracovat. Za nevhodné jsou považovány tyčové prvky s průřezem U, H nebo C.

Prostupující konstrukce s vývodem nad střešní rovinu nesmí umožnit vnikání teplého vzduchu z vnitřního prostředí do skladby střechy. Prostupy musí být vzduchotěsné.

Průnik roviny povlakové hydroizolace a roviny dilatační spáry se umísťuje nad úroveň povlakové hydroizolace, a to nejméně o 80 mm. V žádném případě nesmí být dilatační spára zaplavena vodou.

Krycí vrstva atiky má mít sklon alespoň 3° s orientací do plochy střechy.

Pokud plochá střecha není opatřena atikou, musí být výška konstrukce po obvodu střechy alespoň ve výšce 50 mm.

Střešní nástavby vzduchotechniky nebo strojovny výtahů nad střešní rovinou mají být opatřeny rozháněcími klíny tak, aby se za nimi nezdržovala voda.

Povrch povlakové hydroizolace v nejbližším okolí prostupů malého průřezu se doporučuje provést zvýšený, pro lepší odtok vody z bezprostřední blízkosti prostupů.

Střešní vtok

Střecha v okolí vtoku musí umožňovat rychlý a plynulý odtok vody. Těleso vtoku musí být trvale vodotěsně napojeno na povlak hydroizolace. Těleso vtoku nesmí umožnit vodě, aby se dostala do souvrství střešní skladby. Toto může nastat i při vzednutí hladiny vody v odtokovém potrubí.

Je doporučeno navrhovat povlakovou hydroizolaci v bezprostřední blízkosti vtoku a vtokovou hranu střešního vtoku tak, aby byl jejich povrch o 20 mm níže než přilehlá plocha hydroizolace. Tato snížená plocha má mít rozměry alespoň 0,6 x 0,6 m.

Střešní vtok má být krytý demontovatelnou mřížkou proti průniku pevných nečistot do kanalizace. Mřížka musí být přístupná pro čištění potrubí.

Může-li dojít k zamrznutí vtoku, musí být navrženo opatření, které zamrznutí zabrání. Pokud se tvarovka vtoku temperuje pomocí kontaktu s vnitřním prostředím, musí být navrženo opatření, které bezpečně odvádí případný kondenzát z vnějšího povrchu potrubí. Elektricky vyhřívaný střešní vtok se použije v případě, kdy není možné dosáhnout ochrany proti zamrznutí jinými způsoby.

Konstrukce střešního vtoku má být umístěna minimálně 0,5 m od prostupujících a vystupujících konstrukcí střechy kvůli spolehlivému opracování detailů povlakové hydroizolace a ostatních vrstev střechy v těchto místech.

Dále konstrukce střešního vtoku musí být připevněna k nosné vrstvě střechy a na vnitřním odpadním potrubí nesmí docházet ke kondenzaci.

Atika střechy a stěna

Je obvyklé ukončovat povlakovou hydroizolaci na atikách do výšky 500 mm na průniku koruny atiky a hotového povrchu fasády. Atiky větších výšek lze řešit stejně jako stěny. V případech, kdy je atika vyšší než 500 mm a je

překryta povlakovou hydroizolací, je nutné navrhnout způsob stabilizace povlakové hydroizolace.

Povlaková hydroizolace, která bude na střeše plnit funkci provizorní povlakové hydroizolace musí být na atice nebo stěně ukončena min. 80 mm od svého povrchu. Pokud bude tato vrstva plnit funkci provizorní povlakové hydroizolace v zimním období, musí být ukončena ve výšce 150 mm.

3.3.4. Přílohy normy ČSN 1901-3

Příloha A

Tato příloha obsahuje příklady povlakových hydroizolací rozdělené podle návrhového namáhání vodou a podle požadavku na ochranu prostředí a konstrukce před působením vody.

Požadavky se rozdělují podle přístupnosti hydroizolační vrstvy na hotové střeše. Jsou zde doporučené skladby pro volně přístupné povlakové hydroizolace a pro snadno přístupné povlakové hydroizolace po snadném odkrytí zakrývajících vrstev.

Příloha B

Příloha B normy obsahuje maximální doporučené vzdálenosti spár ve vrstvách a konstrukcích střech a úpravu spár.

3.4. ČHIS 01 – Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti

Směrnice byla vydána roku 2018 a stanovuje zásady pro navrhování ochrany staveb proti nežádoucímu působení vody a vlhkosti.

Směrnice hovoří o zásadách navrhování ochrany proti vodě všech částí staveb.

Článek 7.1.5 obsahuje zásady pro navrhování střeš.

Konstrukce prostupující střešou je nežádoucí umísťovat blízko úžlabí nebo přímo do nich.

Prostupující konstrukce mají mít vzdálenost minimálně 50 cm.

Vstupní dveře na terasy mají být osazeny v takové výšce, aby přípojovací spára otvoru nebyla namáhána tlakovou vodou nebo stékající vodou. Musí být dodržen dostatečný prostor pro napojení hydroizolační konstrukce na otvorovou výplň.

V případě požadavku na co nejmenší výškový rozdíl spodní hrany dveří na terasu nebo vstupních dveří, musí být nad tímto otvorem osazena markýza nebo jiná účinně přesahující konstrukce.

3.5. ČHIS 02 Výskyt kaluží na povlakových krytinách plochých střeš

Doporučení této směrnice jsou doplněním a rozšířením návrhových požadavků závazné normy ČSN 1901-3.

Směrnice pro navrhování a realizaci ČHIS 02 se zabývá problematikou vzniku a výskytu kaluží na plochých střešách. Směrnice uvádí, že v místech, kde je položeno více vrstev povlakové hydroizolace z důvodu přeložení hydroizolačních pásů nebo fólií přes sebe, tedy v místech podélných a příčných spojů se za těmito spoji může po deštích po omezenou dobu zdržovat voda. Takové kaluže se obvykle za slunných dnů za několik hodin vypaří.

Kaluže vzniklé v důsledku nesprávně vyrovnaného podkladu povlakové hydroizolace, v důsledku nesprávně kladené vrstvy povlakové hydroizolace nebo v důsledku špatného řešení odvodnění střešy jsou nepřijatelné.

3.5.1. Pravidla a doporučení směrnice týkající se tvaru, sklonu a odvodnění plochých střeš

Doporučení směrnice ČHIS 02 je, že by se střešy měly navrhovat tak, aby se na jejich povrchu netvořily kaluže, kde by se mohla dlouhodobě zdržovat voda. Hrozí riziko tvorby mikroorganismů, a to díky nánosu nečistot a při působení UV záření.

Směrnice uvádí, že se na ploché střeše tvoří kaluže v případě, že je sklon střešy menší než 3 %.

Je požadováno, aby rovinnost podkladu povlakové hydroizolace nebyla větší než ± 5 mm na dvoumetrové lati. Je třeba brát v úvahu geometrii desek tepelné izolace. Desky z pěnového polystyrenu EPS mají obvyklou toleranci tloušťky ± 2 mm. Rovinnost se může pohybovat v rozmezí ± 10 mm na běžný metr.

V oblastech přesahů povlakových hydroizolací může být vytvořen schod cca 5 mm. Výškový rozdíl je tvořen také podkladními textiliemi pod povlakem hydroizolace.

Střešní vtoky mají být osazeny ve vzdálenosti minimálně 15 m. Je doporučeno kolem vpusti osadit desku z extrudovaného polystyrenu 0,6 x 0,6 m a límec střešního pláště má být 2 cm pod nejnižším místem povlakové hydroizolace.

Na návodní hraně vystupujících konstrukcí je doporučeno realizovat rozháněcí klíny.

V úžlabí ploché střešy s asfaltovou hydroizolací má být použitý jeden asfaltový pás navíc.

Dále materiály povlakových hydroizolací musí být odolné proti stojící vodě a jejich hydroizolační schopnost nesmí být stojící vodou ovlivněna.

3.6. KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací, Skladby a detaily – leden 2021, konstrukční, technické a materiálové řešení

3.6.1. Mechanická odolnost a stabilita

První ze základních požadavků na stavby, „Mechanická odolnost a stabilita“, se při navrhování střeš použije zejména pro posouzení dimenzí nosných konstrukcí, nosných vrstev střešního pláště a při posouzení stability vrstev.

Pro posouzení stability vrstev slouží normové požadavky pro zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem a pro posouzení stability při zatížení sněhem slouží norma ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem.

3.6.2. Požární bezpečnost

Pro posouzení skladby střeš z hlediska požární bezpečnosti se stanovuje požární odolnost a chování při vnějším požáru, tedy možnosti použití materiálů ve střešní skladbě v požárně nebezpečném prostoru

Dále dle Vyhlášky 23/2009 Sb. platí, že střešní plášť, který se nachází v požárně nebezpečném prostoru, který definují normy ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804, musí být navržen s klasifikací $B_{ROOF}(t3)$, dle ČSN EN 13 501-5 pro požadovaný sklon. Střešní plášť, který se nenachází v požárně nebezpečném prostoru, musí být navržen s klasifikací $B_{ROOF}(t1)$.

Pro navrhování střeš z hlediska požární bezpečnosti používáme normy ČSN 73 0802 Požární odolnost staveb – nevýrobní objekty a ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – výrobní objekty. Tyto normy jsou právně závazné.

Dále závazná česká technická norma ČSN 73 0810 stanovuje mezní stavy požární odolnosti konstrukcí. Pro konkrétně navrženou konstrukci stanovuje požadované mezní stavy požární specialista.

3.6.3. Ochrana zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí

Požadavky ochrany zdraví a životního prostředí se uplatní hlavně při uvádění materiálů určených pro konstrukce střeš na trh.

3.6.4. Ochrana proti hluku a vibracím

U konstrukce střechy se požadavky proti hluku uplatní pro stanovení kročejové neprůzvučnosti u provozních střech a vzduchové neprůzvučnosti u střech objektů v územích, která jsou nadměrně zatížena hlukem.

3.6.5. Bezpečnost při užívání

Požadavek pro bezpečnost při užívání se uplatní při návrhu řešení přístupu na střechu, při navrhování zábradlí a ochranných zídek na provozních střechách, při volbě povrchových úprav provozních částí střech a při návrhu bezpečnostních prvků pro montáž, kontrolu a údržbu.

3.6.6. Úspora energie a tepelná ochrana

Je důležité vždy střechu navrhovat tak, aby bylo dosaženo požadovaného stavu vnitřního prostředí a příznivého tepelně-vlhkostního režimu střechy při daných parametrech vnitřního a vnějšího prostředí. Návrh musí být v souladu s ustanoveními souboru norem ČSN 73 0540. Do souboru norem ČSN 73 0540 patří:

- **ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie**
- **ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky**
- **ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin**
- **ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody**

Zmíněné normy požadují splnění následujících parametrů:

- **hodnota součinitele prostupu tepla**
- **šíření vlhkosti konstrukcí (zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce, roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce)**
- **teplota vnitřního povrchu konstrukce a teplotní faktor**
- **vyloučení netěsností konstrukce a trvale vzduchotěsné napojení konstrukcí mezi sebou**

3.6.7. Trvanlivost střech

Obecně jsou doporučeny cykly obnov konstrukcí střech stanoveny v Příloze B normy ČSN 73 190-1. Platí, že životnost má stanovit investor s ohledem na požadované cykly obnovy. Nosná konstrukce stavby má mít

stejnou životnost jako nosná vrstva střešy. Střešní konstrukce, jejichž funkce je závislá na nátěru nebo trvanlivosti tmelených spojů, mají mít zpravidla nejnižší životnost.

Prvky střešní konstrukce, u nichž se předpokládá jejich výměna nebo údržba během životnosti stavby, musí být přístupné pro opravy, nebo musí mít stejnou trvanlivost jako konstrukce nad nimi.

Tabulka 2 směrnice ČHIS 01 informuje o návrhové životnosti vrstev střeš s povlakovou hydroizolací.

3.6.8. Hlavní hydroizolační vrstva

Obecná doporučení na hlavní hydroizolační vrstvu stanovuje odstavec 2.3.

Nejčastějšími materiály pro hlavní hydroizolační vrstvu jsou v dnešní době asfaltové pásy kladené ve více vrstvách. Pásy jsou vyrobeny z asfaltu modifikovaného elastomery, tzv. SBS, nebo z oxidovaného asfaltu. Vrstvu hlavní hydroizolace ze syntetických fólií, tvoří hlavně fólie z měkčeného PVC nebo fólie ze syntetické pryže EPDM (Etylen-propylen-dienový kaučuk).

Dvouvrstvý hydroizolační povlak z asfaltových pásů je tvořen podkladním pásem, který má mít nosnou vložku ze skleněné rohože nebo tkaniny. Nosná vložka vrchního pásu má být tvořena polyesterovými vlákny pro zajištění větší tažnosti. U vrchního pásu se mohou také použít pásy se spřaženou nosnou vložkou, která je tvořena polyesterovými a skleněnými vlákny. To slouží pro lepší rozměrovou stálost.

Pásy, určené k natavování jsou opatřeny oboustrannou spalitelnou krycí vrstvou asfaltu. Vrchní asfaltové pásy jsou navíc na svém horním povrchu opatřeny posypem z drcené tříděné břidlice. Tato vrstva chrání hydroizolační pás proti přehřívání.

Střešní fólie jsou vyráběny vyztužené nebo nevyztužené. Výběr je pak ovlivněn způsobem stabilizace a požadavky na rozměrovou stálost. Vhodná příměs ve hmotě fólie pak působí jako ochrana proti UV záření.

4. Rešerše kvalitativních požadavků na provedení hydroizolací střeš podle technických norem ČSN a doporučení výrobců

4.1. SVAP abeceda asfaltových pásů

Technologie natavení asfaltových pásů

1. Plnoplošné natavení

Publikace vydaná svazem výrobců asfaltových pásů v září 2019, hovoří o dvou způsobech plnoplošného natavení asfaltových pásů.

Pro oba způsoby plnoplošného natavení asfaltových pásů je stěžejní provádět podélné i příčné spoje takovým způsobem, aby byl viditelný rovnoměrný výtok asfaltu, vytvářející návalek. Návalek slouží pro vizuální kontrolu kvality provedeného spoje. Špachtlování spojů je naopak nežádoucí.

Při natavování se může izolátér pohybovat po právě natavené ploše pásu. V tomto případě hrozí poškození vrstvy pošlapáním. Poškození se předchází využitím tzv. vlečné tyče, kdy izolátér rozvíjí asfaltový pás za sebou. V procesu válečkování spojů se má izolátér pohybovat po vedlejší nebo po nenatavené ploše.

První způsob natavování pásů probíhá tak, že je plocha pásu i podélný přesah pásu, natavovaný najednou. Jednoetapové natavování.

Zde může dojít k nerovnoměrnému natavení pásu po jeho šířce nebo k nedostatečnému svaření podélného přesahu a vzniku tzv. studených spojů. V opačném případě může docházet k přepálení vložky spodního pásu v místě přesahu, protože při natavování podélných spojů je potřeba spálit jak fólii na spodním povrchu odvíjeného pásu, tak fólii podélného přesahu položeného pásu pod ním.

Při tomto postupu se lze vyvarovat zmíněných chyb přizpůsobením rychlosti pokládky a důslednou kontrolou natavení pásu.

Výhodou prvního způsobu natavování je jednorázové namáhání polyesterových vložek teplem, jednorázové natavení pásu tak, že se izolátér k natavené ploše již nevrací a souvislé natavení asfaltového pásu s vizuální kontrolou návalku v celé šířce asfaltového pásu.

Druhý způsob pokládky probíhá ve dvou krocích. Dvouetapové natavování.

Nejprve se nataví asfaltový pás v ploše a až poté dojde k natavení pásu v podélných spojích.

V případě postupu podle druhého způsobu natavení mohou podél podélného spoje pásu vzniknout nenatavená místa. Tomu se lze vyvarovat tím, že nejdříve natavíme plochu pásu v šířce 85 cm a v dalším kroku natavíme zbylých 15 cm. Toto platí pro role šířky 100 cm.

Dále může dojít ke zlomení pásu při natavování podélných přesahů. Pásky je potřeba jen lehce nadzvednout, nikoliv lámat do pravého úhlu.

V návaznosti na první způsob zde dochází k opakovanému namáhání polyesterové vložky teplem. Doporučuje se přistoupit ke sváření spojů hned po natavení plochy pásu, dokud je pás ještě teplý.

Při natavování plochy pásu může být plamenem zasaženo místo podélného spoje pásu a může tak dojít k jeho natavení, toto je při dvouetapovém natavování pásů nežádoucí. Proto se musí při natavování plochy pásu směřovat plamenem směrem od podélného spoje.

Výhodou druhého způsobu natavování je koncentrace na provaření spojů pásů. Tato oblast je nejvíce náchylná na tvorbu defektů v povlakové hydroizolaci. Dále můžeme pro natavování spojů pásů využít menší hořák a tím snížit spotřebu plynu pro natavování.

Kontrolovat plnoplošně natavené vrstvy asfaltových pásů lze akusticky, opticky, pomocí sondy nebo pomocí tupé izolačnické špachtle.

V případě, že se na povlaku hydroizolace vyskytnou neprovařená místa, nelze vrstvu považovat za souvrství dvou nebo více hydroizolačních pásů. Při porušení vrchního asfaltového pásu může dojít k průniku vody mezi vrstvy hydroizolace. Voda se tak může dostat do rozsáhlých oblastí souvrství. V nespojeném prostoru může dále docházet ke kondenzaci vodní páry a ke vzniku zvlňení pásů.

4.1.1. Nástroje pro pokládku a klimatické podmínky během pokládání

Pro pokládku asfaltových pásů se používají hořáky se zvonkem odpovídající velikosti a délky. Pro pokládku v ploše se doporučuje používat hořáky s větším zvonkem a pro detaily s menším.

Intenzita plamene hořáku se volí s ohledem na klimatické podmínky při pokládce a podle klimatických podmínek v místě skladování pásů. Dále je nutné brát ohled na typ podkladu, teplotu podkladu a druh asfaltového pásu. Chování oxidovaných a modifikovaných asfaltových pásů při pokládce je rozdílné.

Při pokládce je nutné role postupně rozvíjet. To se provádí pomocí vlečné tyče neboli rozbalovače rolí, nebo pomocí tzv. háčků, což je výrobek z oceli ve tvaru J.

V případě potřeby zvýšení přitlačné síly se mohou pásy navinout na kovovou trubku, která zajišťuje tvarovou stálost při pokládce.

Podélné i příčné přesahy se doporučuje zaválečkovat. Válečky je vhodné chladit vodou.

4.1.2. Pravidla pro montáž asfaltových pásů v detailech

V detailech musí být asfaltové pásy na sebe kladeny takovým způsobem, aby zajišťovaly vodotěsnost povlaku.

Specifické požadavky se kladou na příčné spoje asfaltových pásů. Zde se doporučuje nejprve vymežit oblast příčného spoje. Dále pomocí plamene a izolačské špachtle zatlačit vrstvu drcené břidlice do asfaltové hmoty tak, aby nedošlo k obnažení nosné vložky. Dále se může přistoupit ke svaření asfaltových pásů v místě spoje. Toto doporučení platí i pro spoje pásů v detailech.

4.1.3. Klad asfaltových pásů

Asfaltové pásy je potřeba klást na podklad s vystřídánými spoji. Je nepřijatelné, aby měly spoje hydroizolace tvar „X“. Spoje tvaru „T“ jsou naopak žádoucí.

Při natavování pásů na betonový podklad má hořák směřovat na spodek rozvíjené role pásu. Při natavování na podklad z EPS (s mezilehlou vrstvou)

má hořák směřovat naopak na horní povrch role tak, aby byla mezilehlá vrstva proti plamenu chráněna.

4.1.4. Pokládka s ohledem na spád střechy

Je-li spád střechy do 8 %, pásy se doporučuje klást rovnoběžně s okapem. Při spádu střechy od 8 % do 12 % se asfaltové pásy mohou klást kolmo na okap nebo rovnoběžně s okapem a při spádu více než 12 % je doporučeno pásy klást kolmo na okap a zároveň pásy mechanicky kotvit.

Pásy je možné ochránit před účinky sání větru pomocí mechanického kotvení, lepení nebo přitížení. Obecně se doporučuje vypracování kotevního plánu pro konkrétní střechu.

4.2. Asfaltové pásy – montážní návod DEK

4.2.1. Požadované povětrnostní podmínky

Základním doporučením je, že by se asfaltové hydroizolace měly provádět za „přijatelných“ povětrnostních podmínek. Je nevhodné provádět vrstvy hydroizolací při dešti, námraze nebo silném větru. Teploty pro provádění vrstvy hydroizolace z konkrétního materiálu jsou obsaženy v technickém listu každého materiálu, který by měl být nedílnou součástí při jeho dodávce. Při natavování hydroizolačního asfaltového pásu by teplota podkladu a materiálu neměla klesnout pod +5°C. U samolepicích pásů by teplota okolních konstrukcí, vzduchu a samotného pásu neměla klesnout pod +10°C. Nemůže-li být toto doporučení při realizaci splněno, pak je nezbytné provést celou vrstvu hydroizolace, a to i navaření vrchního hydroizolačního pásu, v celé ploše střechy v jednom denním záběru. Zároveň se musí počítat s prodloužením doby realizace vrstev hydroizolace, s vyšší spotřebou plynu do plynového hořáku a se zvýšením pracnosti.

Obecně je doporučeno, že SBS modifikovaný asfaltový pás má být natavovaný při teplotách vyšších než +5°C, a to kvůli dodržení kvalitní práce izolatérů, samotný pás je možné zpracovat i za nižších teplot.

Samolepicí modifikované asfaltové pásy je doporučeno provádět při teplotě vyšší než +10°C.

V případě použití oxidovaných asfaltových pásů se doporučuje provádět pokládku při teplotách vyšších než +10°C a zároveň tyto pásy skladovat v prostoru vytápěné místnosti.

Je-li z hlediska dodržení termínů nutné provádět pokládku asfaltových pásů při obecně nevhodných klimatických podmínkách, musíme navrhnout taková opatření, aby mohla být pokládka provedena. Takovým opatřením může být výstavba provizorních vytápěných přístřešků nebo stanů, které zaručí realizaci pokládky asfaltových pásů při vyšší teplotě, než je teplota okolního vzduchu.

Asfaltové pásy modifikované jsou obecně ohebné i při teplotách kolem -25°C. V takových podmínkách může být problémem lidský faktor a v neposlední řadě nízká teplota okolních konstrukcí, ale pokud se podaří

teplotu v místě realizace vhodnými prostředky zvýšit, je možné pokládku provádět.

Při vysokých teplotách vzduchu hrozí měknutí asfaltového pásu a vzrůstá riziko poškození povrchu. Stoupnutím na pás se může vrstva poškodit. Dalším rizikem při realizaci pokládky asfaltových pásů za vysokých teplot je vnesení nežádoucího napětí do asfaltového pásu z důvodu jeho teplotní délkové roztažnosti. Obecně je doporučeno pokládat pásy do povrchové teploty pásu +50°C. Svislé plochy je během realizace doporučeno chránit před přímým slunečním zářením.

Skladování při nízkých teplotách je doporučeno v temperovaných prostorech a při vysokých teplotách chránit materiál před přímým slunečním zářením.

4.2.2. Obecné požadavky na sklon krytiny z asfaltových hydroizolačních pásů

Zásadou navrhování plochých střeš s asfaltovou hydroizolací je dostatečný sklon proti vzniku a zadržování kaluží. V případě, že se voda zadržuje za podélnými nebo příčnými spoji hydroizolačních pásů nebo v detailech, považuje se toto za přípustné. Voda se zde může zadržovat jen po omezenou dobu. Běžně je tomu tak po dešti. Naopak nepřípustné je zadržování vody v důsledku nerovnosti podkladní vrstvy nebo nesprávného kladení vrstvy krytiny. Tvorba kaluží je běžná u střeš se sklonem do 3 %. Na plochách střeš, kde je nutné vyloučit tvorbu kaluží, se obecně doporučuje realizovat sklon vyšší než 3 %.

4.2.3. Požadavky na podklad vrstvy hydroizolace

Podklad připravený pro pokládku vrstvy hydroizolace musí splňovat odchylku rovinnosti ± 5 mm na dvoumetrové lati. Rovinnost položeného asfaltového pásu, jakožto vrchní vrstvy hydroizolace, není určena, musí být splněn požadavek na zamezení tvorby kaluží.

Podklad z desek polystyrenu EPS

Jako podklad pod vrstvu hydroizolace je obecně doporučeno používat minimálně polystyren EPS 100. Je-li spodní asfaltový pás navržen jako samolepicí nebo mechanicky kotvený, použije se polystyren bez povrchové úpravy.

V případě, že je navrženo natavování přímo na vrstvu expandovaného polystyrenu, musí být tento opatřen samolepícím nebo předem nakaširovaným asfaltovým pásem. Polystyrenové dílce s předem nalepeným (nakaširovaným) asfaltovým pásem jsou kompletizované tepelně izolační dílce z pěnového polystyrenu. Tento výrobek tvoří ve střešní skladbě jak tepelnou izolaci, tak zároveň první (spodní) vrstvu povlakové hydroizolace. Souvislá vrstva spodního asfaltového pásu vzniká po svaření přesahů nakaširovaného asfaltového pásu.

V případě, kdy je navržena vrstva hydroizolace pouze z jedné vrstvy asfaltového pásu, nebo je navržen spodní nalepovaný pás a vrchní celoplošně natavitelný pás, pak je nutné chránit vrstvu polystyrenu před plamenem hořáku při natavování. Vhodná ochrana je v celé ploše, nebo pouze pod spoji pásů, asfaltový pás typu R13, který vrstvu EPS spolehlivě ochrání.

Pokládka povlakové HI z ASF. pásů

Asfaltové pásy se pokládají vždy v jednom směru, ať už se jedná o jednu nebo dvě vrstvy hydroizolace. Při realizaci vrstvy hydroizolace ve dvou vrstvách ze dvou asfaltových pásů, pokládají se pásy druhé vrstvy posunuté o polovinu šířky pásu. Styk bočního a čelního spoje musí mít tvar T. Tento styk nikdy nesmí mít tvar X, a to z důvodu nemožnosti detailního opracování tohoto spoje. Pokud se tak stane, může vzniknout rizikové místo průniku vlhkosti. Při pokládce dvou vrstev hydroizolace je potřeba pásy mezi sebou celoplošně svařit plamenem.

V detailech střeš, kde je v ploše provedena pouze jedna vrstva hydroizolace, je třeba položit dva celoplošně svařené hydroizolační pásy.

Na střeších s hydroizolační vrstvou z SBS modifikovaných asfaltových pásů je nepřípustné tuto vrstvu celoplošně natavovat pomocí tzv. kombajnu (víceřadého hořáku), protože při teplotě 190°C degraduje vrstva SBS modifikovaného asfaltu. Při natavování musí být role asfaltového pásu rovnoměrně rozvíjena a natavování musí probíhat intenzivně a zároveň v co nejkratším čase. U asfaltových pásů s polyesterovou vložkou hrozí při

přehřátí její smršnění a zvlňnění pásu, toto působí problémy spolehlivosti ve spoji i v ploše.

Před pokládkou pásů je třeba nejprve pás rozvinout a umístit do správné polohy. Pokračuje se svinutím poloviny pásu do středu s jejím natavením. Analogicky by mělo proběhnout natavení druhé poloviny pásu.

Natavování pásu může být prováděno pomocí tzv. rozbalovače rolí, tedy zahnutou trubkou s rukojetí. Trubka rozbalovače se nasune do role asfaltového pásu a pracovník roli táhne a rozvíjí za sebou. Výhody tohoto způsobu jsou, že pracovník dobře vidí na tavící asfaltovou vrstvu a zároveň nešlape po nově natavené vrstvě pásu a tím je eliminován vznik poškození na pásu. Pás se přitlačuje pouze vlastní vahou. Nevýhodou je, že izolatér postupuje pozadu, a nevidí za sebe. Je tedy potřeba, aby byl zvlášť obezřetný při okrajích ploché střechy.

Druhý způsob natavování se provádí přes ocelovou trubku, kam se nejprve navine asfaltový pás. Ocelová trubka by měla mít průměr cca 60 mm a délku sniženou o 50 mm od obou okrajů pásu. Role asfaltového pásu je dobře přitlačována k podkladu, jak vlastní vahou, tak díky ocelové trubce, přičemž izolatér roli posouvá a natavuje před sebou. Po natavení plochy pásu se přistoupí k natavení podélných a příčných přesahů. Podélný okraj pásu se doporučuje nechat nenatavený a natavit až po natavení plochy pásu. Druhý způsob provádění je pracnější, ale výstupem jsou provedené spoje ve větší kvalitě.



Obr. č. [1] Plošné natavování asfaltového pásu pomocí ocelové trubky

Pokládka samolepicích pásů probíhá odlišně. Pás je na spodní straně opatřen ochrannou fólií, která se bezprostředně před přilepením pásu strhává. Při nalepování samolepicích asfaltových pásů na svislé hrany, např. stěny atik nebo stěny nástavby výtahů, se doporučuje pásy mechanicky kotvit. Dále je nutné mechanicky kotvit samolepicí asfaltové pásy kladené ve výškách nad 25 m, kvůli zvýšené hodnotě zatížení sání větrem.

4.2.4. Kotvení HI ze dvou asf. pásů

Při provádění dvou vrstev asfaltového pásu se spodní vrstva přikotví a následně se nataví vrchní pás. Spodní vrstva hydroizolace se kotví buď ve spoji nebo v ploše. Je-li realizováno kotvení ve spojích pásu, pak je nutné, aby talířek kotevního prvku byl 1 cm od hrany pásu a zároveň kotvící prvek musí být překrytý minimálně 60 mm horním pásem. Při mechanickém kotvení asfaltového pásu se samolepicími podélnými pruhy má být zvýšena šířka tohoto pruhu a přesah nataven pomocí plamene.

Mechanické kotvení asfaltových pásů proti účinkům sání větru smí být aplikováno pouze u pásů, které jsou opatřeny nosnou vložkou pro tento účel nebo tkaninou ze skleněných vláken.

5. Podklad pro kontrolu technických požadavků navržené hydroizolační skladby střechy

Obecný podklad pro kontrolu technických požadavků hydroizolační skladby střechy lze použít pro střechy ploché, jednoplášťové, s klasickým pořadím vrstev s vrstvou povlakové hydroizolace z asfaltových pásů.

Podklad je určen pro střechy nepochozí, opatřené vrstvou lokální provozní vrstvy a atikou výšky přes 500 mm.

Podklad byl vytvořen podle následujících částí závazných a doporučených předpisů.

ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení

- **odstavec 7 *Zásady pro navrhování střech.***

ČSN 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi

- **odstavec 4 *Zásady pro navrhování střech s povlakovou hydroizolací***

KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací, leden 2021

- **odstavec 5 *Konstrukční detaily střech – zásady řešení***

1. Zajištění stability vrstev

- Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení
 - Kontrola návrhu opatření zajišťujících stabilitu vrstev střešního pláště po dobu její plánované životnosti.
 - Kontrola návrhu kotevních prvků připevňujících nenosné vrstvy střechy k nosnému podkladu. Návrh musí být proveden na zatížení dle ČSN EN 1991.
- Dle 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi
 - Kontrola korozivzdornosti kotevních prvků. Kotevní prvek je odolný proti korozi splňuje-li zkoušku dle ČSN ISO 6988 nebo je vyroben z korozivzdorné oceli podle ČSN EN 10088-1.
 - Dle normy má být zatížení vnesené do nosné konstrukce střechy přes kotevní prvky, rozloženo rovnoměrně. Kontrola zajištění rovnoměrného rozložení zatížení od kotevních prvků.

2. Odvodnění vrstev a požadavky na sklon

- Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení
 - Kontrola návrhu odvodnění hydroizolační vrstvy a odvodnění vrstvy pojistné hydroizolace. Tyto vrstvy, dle normy, musí být odvodněny.
 - Kontrola sklonu hydroizolační vrstvy. Vrstva musí správně plnit svou funkci ve střeše. Návrhový sklon nesmí být menší než deklaruje výrobce daného materiálu.
 - Kontrola tvaru a sklonu střechy. Sklon je tvořen spádovou vrstvou nebo sklonem konstrukce střechy. Tvar má být jednoduchý a sklon má být dostatečný, takto bude dosaženo plynulého odtoku vody ze střechy.
 - Kontrola spádu krytí atik, zdí a říms. Spád atik a stěn má být alespoň 3° do plochy střechy.
- Dle 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi

- **Kontrola sklonu vrstvy hlavní hydroizolace a posouzení možnosti tvorby kaluží. V místě, kde má být vyloučena tvorba kaluží má být sklon plochy větší než 3 %. Kaluže, které se zadržují za spoji povlaku hydroizolace se nepovažují za nežádoucí.**
- **Krytí koruny atiky má mít sklon alespoň 3° (5,24%) do plochy střechy. Římsa má mít stejný sklon, ale naopak směrem od budovy.**

3. Lokální provozní vrstva

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Kontrola návrhu lokální provozní vrstvy.**
 - **Kontrola materiálu pro lokální pochůznou vrstvy (údržbové chodníčky). Zde musí být vyloučeny materiály, u kterých dochází mechanickým namáháním k většímu přetvoření nebo poškození.**

4. Parotěsná vrstva

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Kontrola návrhu parotěsné vrstvy. Navržená vrstva musí splňovat požadavky normy ČSN 73 0540-2. Návrhová hodnota faktoru difuzního odporu musí zohledňovat spoje parozábrany a jí prostupující konstrukce.**

5. Výstup na střechu

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Výstup je doporučeno zajistit ze společných prostorů budovy.**

6. Konstrukce bránící odtoku vody

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Odtoku vody nemají bránit žádné prostupující konstrukce. Pokud tomuto nejde zabránit, pak musí být přijato takové konstrukční řešení, aby byl plynulý odtok vody zachován.**
- **Dle 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi**

- Části plochy střech, které jsou umístěny (ve směru toku vody) nad prostupujícími konstrukcemi a nástavbami se doporučuje opatřit rozháněcími klíny pro zajištění plynulého odtoku vody. Rozháněcí klíny mají být realizovány z přířezů tepelné izolace. U hydroizolace z asfaltových pásů je možné vytvořit kaskády pomocí přířezů hydroizolace, a to před pokládkou vrchní vrstvy hydroizolace

7. Střešní vtok a nouzové odvodnění

- Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení
 - Musí být navrženy minimálně dva vtoky se samostatnými dešťovými odpady. Dále musí být navrženo nouzové odvodnění, a to dle ČSN 75 6760, ČSN EN 12056-3 a ČSN EN 752.
 - Návrh odvodňovacích prvků střechy má být podle ČSN EN 12056-3 a ČSN 75 6760. Na střeše musí být vždy zajištěn bezpečný odtok vody vně stavby.
- Dle 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi
 - Kontrola návrhu nouzového odvodnění střech. Návrh nouzového odvodnění se řídí ČSN 75 6760.
 - Posouzení maximální vzdálenosti střešních vtoků. Maximální vzdálenost má být 15 m.
 - Povrch povlakové hydroizolace má být v okolí vtoku snižen nejméně o 20 mm. Snižená oblast má mít rozměry cca 0,6 x 0,6 m.
 - Střešní vtok má být krytý demontovatelnou mřížkou bránící průniku splavenin do kanalizace. Mřížka musí být přístupná pro čištění.
 - Střešní vtok má být osazen minimálně 0,5 m od atik, koutů a prostupujících konstrukcí.
 - Kontrola připevnění vtoku k nosné vrstvě.

- **Dle publikace KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací**
 - **Nové střechy musí být navrženy s bezpečnostním přeapadem, a to podle ČSN 75 6760.**
 - **Přilehlá plocha bodového střešního vtoku musí být nejnižší úrovní krytiny střechy.**
 - **Blízké okolí bodového střešního vtoku má být sníženo vůči okolní ploše střechy o cca 10 – 20 mm pro plynulejší odtok vody. Snížená plocha má být velikosti 1 x 1 m nebo dle rozměrů desek tepelné izolace.**
 - **Zároveň by těleso vtoku mělo být osazeno na materiálu odolném proti stlačení a mechanickému poškození. Doporučuje se deska XPS.**
 - **Těleso vtoku musí být pevně přikotveno k nosnému podkladu.**
 - **Těleso vtoku by mělo být umístěno tam, kde je možné jeho spolehlivé napojení a ukotvení na další konstrukce, dále v místě, kde je menší výskyt nečistot.**
 - **Hrdlo vtoku musí být chráněno proti průniku nečistot.**
 - **Doporučuje se navrhovat nejméně dva vtoky se samostatnými dešťovými svody.**

8. Klempířské konstrukce

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Kontrola materiálů klempířských konstrukcí a materiálů podle ČSN 73 3610.**
- **Dle publikace KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací**
 - **Oplechování atiky má být ve spádu minimálně 3° do plochy střechy.**
 - **Přesah hotové klempířské konstrukce atiky (oplechování nebo lišty z poplastovaného plechu) přes hotový povrch svislé plochy fasády, má být minimálně 30 mm.**

9. Materiály odolné proti UV záření

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**

- **Kontrola materiálů, na které bude dlouhodobě působit UV záření. Tyto materiály musí být proti UV záření dlouhodobě odolné. Týká se především plochy povlakové hydroizolace ve vodorovném i kolmém směru a dále zatmelení spár na prostupujících konstrukcích.**

10. Zásady řešení skladby u prostupujících konstrukcí, atik a zdí

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střech Část 1: Základní ustanovení**
 - **Hydroizolační konstrukce, která přiléhá k prostupujícím konstrukcím musí být vytažena na svislou hranu prostupující konstrukce a musí být zamezeno průniku srážkové vody pod vrstvu hydroizolace. Jedná se zde o atiky, nadstřešní zdívo, komíny, obruby světlíků nebo průniky potrubí. Výšku vytažení hydroizolačního povlaku je potřeba přizpůsobit klimatickým podmínkám místa stavby. Horní okraj hydroizolačního povlaku musí být spolehlivě a trvanlivě připevněn k prostupující konstrukci. Napojení musí odolat stékající vodě z prostupující konstrukce.**
 - **Kontrola těsnosti prostupujících konstrukcí a technických a technologických zařízení. Tyto konstrukce a zařízení nesmí umožnit vnikání vody pod vrstvu hydroizolace.**
 - **Prostupující prvky střechou musí mít takový tvar, aby bylo umožněno spolehlivé napojení na povlak hydroizolace.**
- **Dle 1901-3 Navrhování střech Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi**
 - **Povlak hydroizolace, který je svisle vytažen na prostupující konstrukce střechy musí být vytažen na tyto prostupující konstrukce minimálně 150 mm. Výška vytažení povlaku hydroizolace se má přizpůsobit klimatickým podmínkám stavby. V případě pojistné hydroizolace se vyžaduje vytažení alespoň 80 mm. Vytažení parotěsné vrstvy se má ukončit ve výšce horní hrany tepelné izolace. Na okraji svislé části povlakové hydroizolace musí být navrženo opatření proti**

jejímu sesunutí. Navazující konstrukce musí vždy přesahovat přes okraj svislé povlakové hydroizolace. Okraj povlakové hydroizolace musí být těsněn. Spára mezi prostupující konstrukcí a hranou svislé hydroizolace se zpravidla tmelí a opatří se objímkou. Dále se může opatřit kloboučkem.

- **Tenké průřezy prostupujících konstrukcí mají být čtvercové nebo kruhové, aby bylo možné je spolehlivě opracovat. Za nevhodné se považují průřezy C, I, U, H.**
- **Povrch povlakové hydroizolace má být v okolí prostupů menších průřezů zvýšen.**
- **Na atikách do výšky 500 mm se hydroizolace ukončuje na průniku koruny atiky a hotové fasády. Je-li atika vyšší než 500 mm, řeší se ukončení hydroizolace stejně jako na stěnách. V místě přechodu mezi plochou střechy a atikou se povlaková hydroizolace řeší s ohledem na požadavky výrobce daného materiálu. Každá odvodněná vrstva povlakové hydroizolace, která během výstavby plní i provizorní funkci má být na atice nebo na stěně ukončena minimálně ve výšce 80 mm. Bude-li tato vrstva plnit provizorní funkci v zimním období, má být vytažena minimálně 150 mm.**
- **Parotěsná vrstva, která plní také funkci provizorní povlakové hydroizolace musí být vytažena alespoň 150 mm nad svůj přilehlý povrch (hodnota se také řídí konkrétními klimatickými podmínkami v místě stavby).**
- **Dle publikace KUTNAR Střechy s povlakovou hydroizolací**
 - **Vrstva parozábrany má být vyvedena na svislou plochu minimálně do výšky horní hrany tepelné izolace.**
 - **Každá vrstva povlakové hydroizolace, která bude ve střeše plnit funkci provizorní hydroizolace má být vyveden na stěnu a napojen na stěnu nebo atiku do výšky minimálně 80 mm. Pokud bude tento povlak plnit funkci provizorní hydroizolace přes zimní období, musí být vyveden do výšky 150 mm.**

- Povrchová úprava stěny (atiky) přilehlé ke střeše musí být do výšky 150 mm odolná proti účinkům stékající a odšťukující vody a proti účinkům tajícího sněhu. Daná povrchová úprava má překrývat svisle vytažený povlak hydroizolace. Tehdy by měla být svislá vrstva povlakové hydroizolace vytažena alespoň 80 mm nad horní povrch střechy.
- Pokud povrchová úprava stěny není odolná proti zmíněnému namáhání, pak musí být svislý povlak hydroizolace vytažen minimálně 150 mm nad přilehlý povrch střechy a její horní okraj musí být utěsněn.
- Svislý okraj má být u asfaltových pásů na stěnu nataven. Spára mezi horním okrajem hydroizolace a stěnou se zatmelí.
- V případě hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů má být přechod z vodorovné na svislou plochu opatřen náběhovým klínem, který má být tvořen z materiálu tepelné izolace. Náběhový klín je vložen pod vrstvu hydroizolačního povlaku.

11. Místa více namáhána vodou a mechanickým namáháním

- **Dle ČSN 1901-1 Navrhování střeš Část 1: Základní ustanovení**
 - Je doporučeno konstrukce a technická nebo technologická zařízení, která jsou položena na střešní krytině, od povrchu krytiny oddělit ochrannými a separačními podložkami.
 - Konstrukce, které jsou umístěny nad střešní krytinou by měly být demontovatelné nebo pod nimi musí být navržena hydroizolační konstrukce zvýšené spolehlivosti.
- **Dle 1901-3 Navrhování střeš Část 3: Střechy s povlakovými hydroizolacemi**
 - Jsou-li na střeše více vodou namáhána místa, lze lokálně zesílit vrstvu asfaltového pásu o další asfaltový pás.

12. Stékání vody na vnější povrch obvodové stěny

- **Dle 1901-3 Navrhování střeš Část 3: Střešy s povlakovými hydroizolacemi**
 - Posouzení opatření proti stékání vody ze střešy na vnější povrch obvodové stěny. Toto může být zajišřeno například vhodnou klempířskou konstrukcí.

13. Podklad povlakové hydroizolace

- **Dle 1901-3 Navrhování střeš Část 3: Střešy s povlakovými hydroizolacemi**
 - Podklad musí být tuhý, soudržný a tvarově stálý
 - Podklad musí odolat přitlaku při provádění spojů hydroizolačního povlaku
 - Požadavky na podklad z EPS stanovuje ČSN 72 7221-2
 - Požadavky na podklad z XPS stanovuje ČSN 72 7221-3

6. Posouzení návrhu konkrétní skladby ploché střechy bytového domu

6.1. Obecně

V této části diplomové práce posoudím konkrétní návrh hydroizolační konstrukce ploché střechy bytového domu v Praze.

Posuzovaný bytový dům se nachází na Praze 3. Dům má osm nadzemních podlaží a dvě podzemní podlaží.

Na střeše tohoto objektu jsem pro potřeby diplomové práce provedl zkoušku těsnosti impedanční defektoskopií, která je popsána v praktické části diplomové práce.

6.2. Střecha objektu

Střecha bytového domu je plochá s vrstvou hlavní hydroizolace z asfaltových pásů. Tepelná izolace je navržena z polystyrenu EPS. Vrstva parozábrany je navržena též z jedné vrstvy asfaltového pásu. Výška atiky střechy je 71 cm. Koruna atiky je ve výšce 24,45 m.

Na střeše se nachází množství vývodů vzduchotechniky a odvětrání kanalizace.

6.3. Skladba střechy

Skladba střešní konstrukce je dle PD DPS následující. Nosná konstrukce střechy je zhotovena z železobetonu tloušťky 220 mm. Spodní strana stropní desky je opálena stěrkovou omítkou a malbou.

Na vrchní straně stropní desky je nanesena penetrace a navařena vrstva parozábrany, kterou tvoří SBS modifikovaný asfaltový pás VAP AL fy Aster. Pás je vyztužen kombinovanou spřaženou vložkou z hliníkové fólie a skelné rohože. Horní povrch pásu je opatřen jemnozrnným minerálním posypem. Tloušťka pásu je 3 mm. Vrstva parozábrany nemá funkci pojistné hydroizolace, protože není ve spádu.

Spádová vrstva je tvořena tepelněizolačními klíny z polystyrenu EPS 150 S, spád vrstvy jsou 2 %. Tloušťka spádové vrstvy se pohybuje v rozmezí od 60 do 270 mm. Druhá vrstva tepelné izolace je tvořena z desek stejného materiálu jako vrstva spádová a má tloušťku 140 mm.

Povlak hlavní hydroizolace sestává ze dvou asfaltových pásů celoplošně spojených. Spodní pás je mechanicky kotvený k nosnému podkladu. Vrchní pás je celoplošně nataven ke spodnímu pásu a je opatřen ochranným posypem. Oba pásy hlavní hydroizolace jsou SBS modifikované. Tloušťka vrchního pásu je 5 mm a tloušťka spodního pásu je 3 mm.

Následuje posouzení dle závazných a doporučených právních předpisů. Z těchto předpisů jsou vybrána ta ustanovení, která je možné na předložené projektové dokumentaci posuzovat.

6.4. Posouzení dle závazné normy ČSN 73 1901-1

Dle normy je plochá střecha definována se sklonem do 5°, tj. do 8,75 % dle převodní tabulky Přílohy A normy. Předmětná střecha má sklon 2 %, tedy dle normy se jedná o střechu plochou.

Dále střeše odpovídá definice jednoplášťové střechy, kdy všechny funkce jsou zajišťovány jedním střešním pláštěm.

Skladba střechy je definována dále jako s klasickým pořadím vrstev, což je druh skladby, kdy je hydroizolační konstrukce umístěna nad tepelněizolační vrstvou.

Střecha je opatřena dle normy definovanou povlakovou hydroizolační vrstvou, tj. vrstvou, která je tvořena z vodotěsných spojitých prvků vzájemně hydroizolačně spojených. Spoje musí dále vykazovat minimálně stejnou vodotěsnost jako jednotlivé prvky.

Střecha je dále opatřena dle normy definovanou parotěsnou vrstvou, která je určená k omezení prostupu vodní páry.

Parotěsná vrstva střechy zajišťuje též dle normy definovanou funkci provizorní ochranné vrstvy, která má dočasně chránit konstrukci a stavbu při montáži před působením vnějších vlivů.

Předmětná střecha je nepochůzná, plní především svoji základní funkci. Na střeše se dle normy musí počítat s pohybem poučených osob, které se zde mohou nacházet z důvodu zajištění kontroly a údržby.

6.4.1. Záchytný systém proti pádu z výšky

Dle normy musí být záchytný systém na střeše navržen tak, aby po zabudování měl dostatečnou mechanickou odolnost a stabilitu, a to včetně jeho připevnění k únosnému podkladu.

Aby byl tento požadavek splněn, musí být záchytný systém proti pádu z výšky navržen a instalován v souladu s normou ČSN EN 795:2013 Prostředky ochrany osob proti pádu – Kotvicí zařízení. Dále jsou požadavky na systémy pro zachycení pádu uvedeny v ČSN EN 363.

6.4.2. Požární bezpečnost

Pro splnění požadavků požární bezpečnosti se musí návrh řídit normou ČSN 73 0802 a Vyhláškou č. 23/2008 Sb.

Pro účely diplomové práce posoudím předmětný návrh ploché střechy pomocí podkladu pro kontrolu správnosti návrhu z hlediska požární bezpečnosti s názvem „*Ploché střešní pláště se spodní vrstvou tvořenou železobetonovou stropní deskou*“. Budu posuzovat požární odolnost a druh konstrukce ze spodní strany a poté třídu reakce na oheň z horní strany střešního pláště.

Požární odolnost a druh konstrukce

Nosná železobetonová konstrukce střechy se podle požárně-bezpečnostního řešení (dále jen PBŘ) stýká s vnitřní požárně dělící stěnou, protože v posledním NP je více samostatných požárních úseků (jednotlivé byty a společné prostory). Strop tedy musí mít zároveň funkci požárního stropu, a tedy musí mít definovaný mezní stav REI (únosnost, celistvost a izolace) a dobu požární odolnosti podle stupně požární bezpečnosti (dále jen SPB) požárních úseků pod střešou.

Dle předloženého PBŘ pro posuzovaný bytový dům jsou byty v objektu zařazeny do III.SPB s výpočtovým požárním zatížením $p_v=45 \text{ kg/m}^2$, v souladu s ČSN 73 0802.

Dle tabulky 12 z ČSN 73 0802 platí pro III.SPB doba požární odolnosti pro stropy nad byty v posledním NP a pro nosné konstrukce střeš 30 minut.

Dle výkresu PBŘ posledního podlaží objektu jsou byty zařazeny do III.SPB a strop nad nimi vykazuje mezní stavy a požární odolnost REI 30, toto vyhovuje požadavku ČSN 73 0802. Dále strop nad společnými prostory v posledním NP objektu vykazuje mezní stavy a požární odolnost REI 15, protože společné prostory jsou dle PBŘ zařazeny do I.SPB.

Střešní pláště, které ohraničují CHÚC, vždy musí vykazovat druh konstrukce DP1. Posuzovaný objekt má v posledním podlaží CHÚC, tedy konstrukce střešy musí vykazovat druh konstrukce DP1.

U plochých střešních plášťů se druh konstrukce prokazuje v celé jejich skladbě tzn. spodní nosná ŽB deska + horní tepelněizolační vrstva + hydroizolační vrstva. Pokud je ve skladbě střešy použita hořlavá tepelná izolace, např. EPS, pak musí střešní plášť splnit klasifikaci Broof(t3) z horní strany.

Dle výpisu skladeb v předané dokumentaci (PD DPS) je tepelná izolace na střeše tvořena polystyrenem EPS 150 S (třída reakce na oheň E) a hydroizolace je tvořena modifikovaným asfaltovým pásem s ochranným posypem celoplošně nataveným v klasifikaci Broof(t3). Výrobek tvořící vrstvu hydroizolace zde ale není přesně specifikován, a proto není možné bližší ověření splnění požadavku.

Dle předloženého PBŘ střechu tvoří nosná konstrukce (v našem případě ŽB deska), která je z hlediska požární bezpečnosti provedená stejně jako požární strop a dále pak střechu tvoří střešní plášť sestávající z tepelné izolace a hydroizolace a je proveden v klasifikaci Broof(t1) a v prostoru výustků VZT v klasifikaci Broof(t3).

V předloženém PBŘ není posudek proveden správně, protože obecně je plochý střešní plášť tvořen spodní nosnou ŽB deskou a povrchovou úpravou, kterou tvoří tepelná izolace a hydroizolace, a takto jako celek, má být také posuzován.

Dle výše zmíněného, pokud je ve střešní skladbě použita hořlavá tepelná izolace (např. z EPS) pak střešní plášť musí z vnější strany plnit klasifikaci Broof(t3). Předložené PBŘ tomuto neodpovídá.

Dále dle předloženého PBŘ jsou CHÚC vybaveny zařízeními nuceného větrání. Nasávací otvory pro nucené větrání jsou umístěny na střeše. Dle mně poskytnutého dokumentu „*Ploché střešní pláště se spodní vrstvou tvořenou ŽB stropní deskou*“, který vychází z právně závazných požárních norem, musí celý střešní plášť vykazovat třídu reakce na oheň Broof(t3) v případě, kdy jsou na střeše umístěny nasávací otvory pro CHÚC. Předložené PBŘ tomuto neodpovídá.

V případě umístění nasávacích otvorů pro nucené větrání CHÚC na střeše, musí být do vzdálenosti 3 m od tohoto otvoru, povrch střechy opatřen nehořlavým materiálem (kačírek, dlažba apod.). Dle předložené dokumentace je povrch střechy kolem nasávacího otvoru pro CHÚC, opatřen kačírkem tloušťky 100 mm a průměru 3,0 m. Od nasávacího otvoru je tedy nehořlavým materiálem opatřena plocha jen do vzdálenosti 1,5 m, což je nevyhovující a průměr této plochy by měl být nikoliv 3,0 m, ale 6,0 m.

6.4.3. Ochrana zdraví, osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí

Pro splnění požadavků na šíření vlhkosti v konstrukci a výskyt vlhkosti na vnitřním povrchu střechy se musí návrh řídit normou ČSN 73 0540-2.

Odpadní vzduch z klimatizačních a vzduchotechnických zařízení se musí řídit normou ČSN 12 7010.

Pro omezení šíření zápachu z vnitřní kanalizace se má návrh řídit normou ČSN 75 6760.

6.4.4. Ochrana proti hluku

Požadavky na ochranu proti hluku specifikuje norma ČSN 73 0532. Zde musí být omezen přenos hluku a vibrací do navazujících stavebních konstrukcí.

6.4.5. Bezpečnost při užívání

V místech, kde se předpokládá pohyb osob se musí navrhnout plocha s protiskluzným povrchem, a to dle normy ČSN 74 4505.

6.4.6. Konstruktivní zásady

Odvodnění střeš

Tvar a sklon střechy musí zabezpečovat plynulý odtok srážkové nebo provozní vody ze střechy ke střešním vtokům.

Norma ukládá, že odvodňovací prvky musí být navrženy podle ČSN EN 12056-3 a ČSN 75 6760.

Na ploše střechy nemají bránit odtoku vody žádné zvýšené konstrukce. Pokud je nutné na plochu střechy takové konstrukce umístit, musí být provedeno takové opatření, aby nebyl řádný odtok vody ohrožen.

Na plochu střechy se navrhuje minimálně dva střešní vtoky se samostatnými dešťovými odpady. Všechny střechy s povlakovou krytinou musí být opatřeny nouzovým odvodněním, a to podle norem ČSN 75 6760, ČSN EN 12056-3 a ČSN EN 752.

Na posuzované střeše jsou navrženy čtyři střešní vtoky, dále je střecha opatřena nouzovým odvodněním v podobě čtyř bezpečnostních přepadů v patě atiky o rozměrech 200/150 mm.

Návrh klempířských konstrukcí má probíhat podle ČSN 73 3610.

Norma dále stanovuje, že krytí atik má být ve spádu alespoň 3°, a to vždy směrem do plochy střechy.

6.5. Posouzení dle závazné normy ČSN 73 1901-3

Norma doporučuje povlakovou hydroizolaci navrhovat dle předběžné normy ČSN P 73 0606. Výběr asfaltových pásů pro povlakovou hydroizolaci se má řídit předběžnou normou ČSN P 73 0605-1.

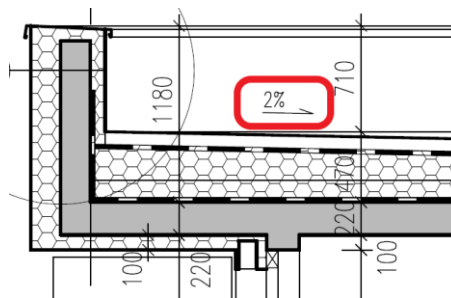
1) Ustanovení normy:

Dle normy se mají střechy s povlakovou hydroizolací navrhovat tak, aby na povrchu nevznikaly kaluže stojící vody. Dále platí, že kaluže zapříčiněné krátkodobým zdržováním vody za spoji hydroizolačního povlaku se nepovažují za nežádoucí. V místech, kde je potřeba vyloučit výskyt kaluží je doporučen minimální sklon 3 %.

Střešní vtoky mají být ve vzdálenosti maximálně 15 m.

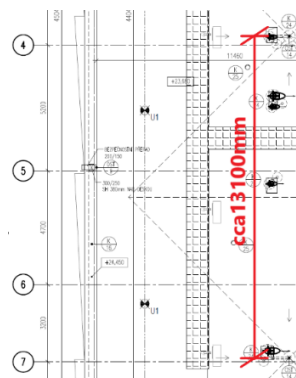
Návrh:

Sklon střechy je navržen 2 %. Není tedy vyloučeno, že se za spoji hydroizolačního povlaku, nebudou tvořit krátkodobě se vyskytující kaluže stojaté vody po deštích, tyto ovšem nejsou nežádoucí.



Obr. č. [2] Návrh sklonu povrchu krytiny ploché střechy

Na předmětné střeše jsou navrženy 4 střešní vtoky. Mezery mezi nimi nedosahují maximální vzdálenosti 15 m, tedy návrh je dle normy v pořádku.



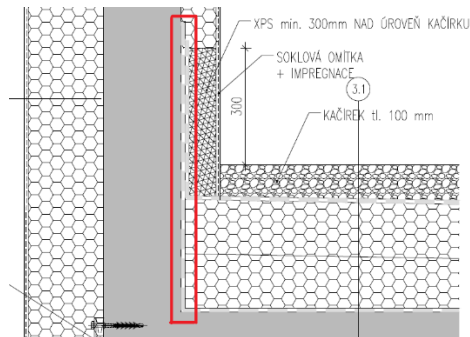
Obr. č. [3] Nejvyšší navržená vzdálenost střešních vtoků

2) Ustanovení normy:

Parotěsná vrstva plnicí ve skladbě střešy i funkci provizorní povlakové hydroizolace, musí být vytažena alespoň 150 mm nad přilehlý povrch.

Návrh:

Ve skladbě střešy je navržena parotěsná vrstva z materiálu VAP AL fy Aster. Tato vrstva plní také funkci provizorního hydroizolačního povlaku. Z projektové dokumentace je vidět, že parotěsná vrstva je vytažena minimálně 710 mm na svislý vnitřní povrch atiky, což splňuje ustanovení normy.



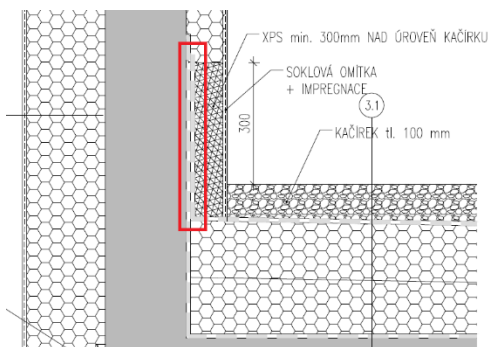
Obr. č. [4] Vytažení parotěsného povlaku na svislý povrch

3) Ustanovení normy:

Část povlakové hydroizolace, která přiléhá k prostupujícím konstrukcím (např. atice) musí být na přilehlé konstrukce vytažena minimálně 150 mm.

Návrh:

Z projektové dokumentace vyplývá, že vrstva hlavní hydroizolace je vytažena nad přilehlý povrch cca 400 mm.



Obr. č. [5] Vytažení povlaku hlavní hydroizolace na svislý povrch

4) Ustanovení normy:

Spára vzniklá mezi prostupující konstrukcí a svislou částí povlakové hydroizolace se řeší vždy přesahem prostupující konstrukce a těsněním okraje povlakové hydroizolace. Zpravidla se tato spára tmelí a zajišťuje objímkou.

Návrh:

Předložená projektová dokumentace toto opatření neobsahuje, nicméně toto opatření bylo na střeše zrealizováno.



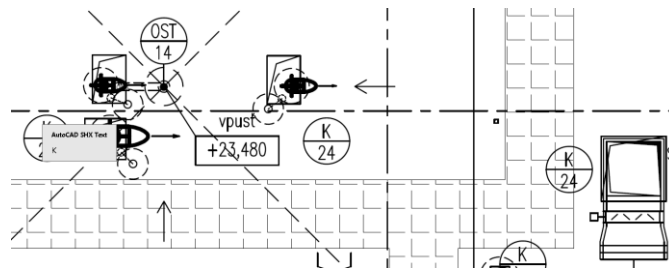
Obr. č. [6] Ukončení povlaku hydroizolace na prostupujících konstrukcích

5) Ustanovení normy:

Prostupující prvky skladbou střechy mají být uzavřeného čtvercového nebo kulatého průřezu a mají být kolmé ke střešní rovině tak, aby byly spolehlivě opracovatelné. Prostupující prvky nemají mít otevřený průřez H,C nebo U.

Návrh:

Z výkresu půdorysu střechy je patrné, že všechny vstupující prvky mají čtvercový nebo kulatý tvar, tedy splňují ustanovení normy.



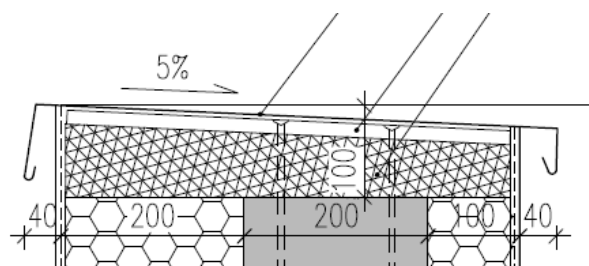
Obr. ř. [7] Příklady tvarů vstupujících konstrukcí

6) Ustanovení normy:

Krytí koruny atiky má být ve spádu alespoň 3° (tj. 5,24%) do plochy střechy.

Návrh:

Projektová dokumentace uvádí, že sklon povrchu atiky je 5 % (tj. 2,9°). Normové ustanovení zde není splněno.



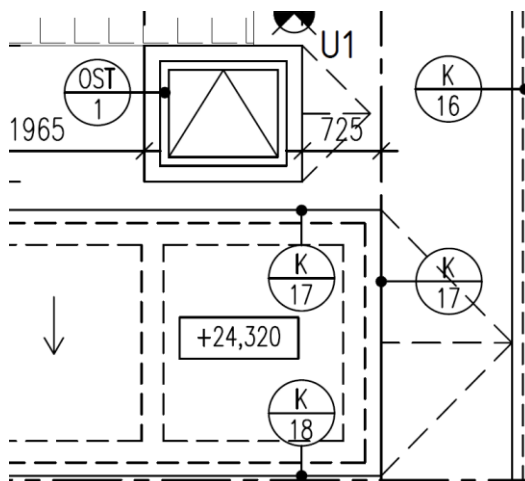
Obr. ř. [8] Navrhovaný sklon atiky

7) **Ustanovení normy:**

Do oblastí střechy, které jsou umístěny nad nástavbami střechy (ve směru toku vody), je doporučeno umístit rozháněcí klíny pro plynulý odtok vody.

Návrh:

Dle projektové dokumentace jsou rozháněcí klíny v těchto místech navrženy. Ustanovení normy je tak splněno.



Obr. č. [9] Navržené rozháněcí klíny za nástavbou na ploché střeše

8) **Ustanovení normy:**

V blízkém okolí prostupů malého průřezu je doporučeno provést zvýšený povrch povlakové hydroizolace.

Návrh:

V předané projektové dokumentaci toto opatření není obsaženo. Hydroizolační vrstva střechy byla dle tohoto doporučení realizována.



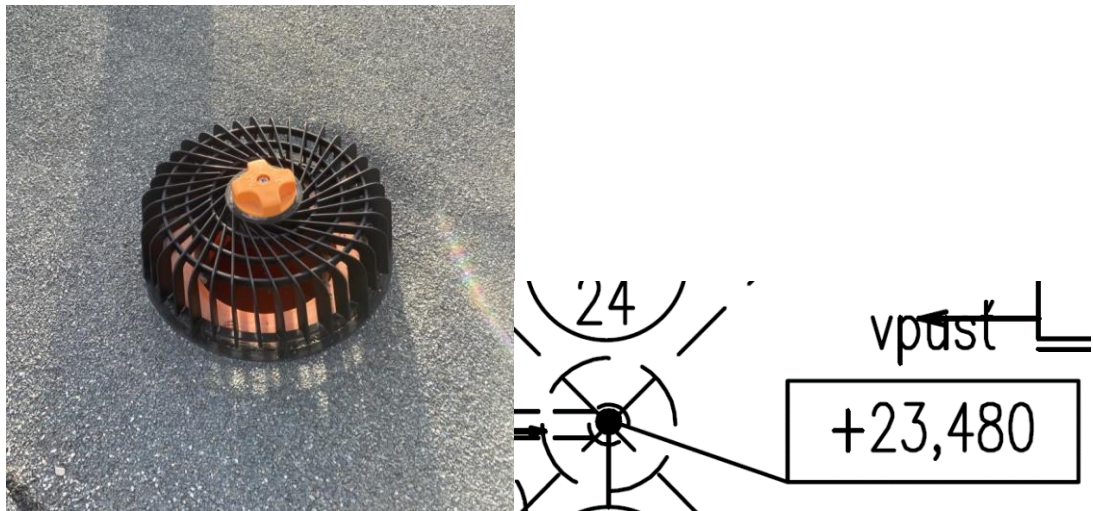
Obr. č. [10] Z obrázku je patrný zvýšený povrch povlakové hydroizolace v okolí prostupů malého průřezu

9) **Ustanovení normy:**

Hrana střešního vtoku musí být nejnižším místem přilehlé střešní plochy. Je doporučeno, aby vtoková hrana byla o 20 mm níž než horní povrch přilehlé povlakové hydroizolace.

Návrh:

Z fotografií zrealizovaných střešních vtoků je vidět, že hrany vtoků jsou níže než přilehlá plocha povlakové krytiny. Ustanovení normy je tímto splněno. Dále je v půdorysu střechy navržena výšková úroveň střešního vtoku.



Obr. č. [11] Snížený povrch hydroizolačního povlaku v blízkosti střešních vtoků a navrhovaná výšková úroveň pro osazení vtoku

10) Ustanovení normy:

Hranu vtoku je nutné zakrýt demontovatelnou mřížkou, která brání pronikání splavenin do kanalizace. Mřížka musí být přístupná pro čištění.

Návrh:

Předaná projektová dokumentace střešní vtoky nspecifikuje. Vtoky byly zrealizovány s přístupnými plastovými mřížkami. Ustanovení normy je tímto splněno.



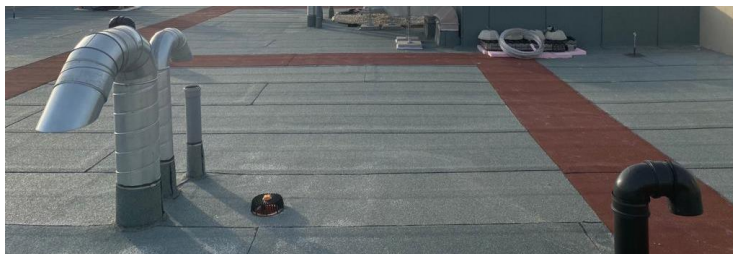
Obr. č. [12] Demontovatelná a snadno přístupná mřížka proti průniku splavenin do kanalizace

11) Ustanovení normy:

Vtoky a prostupy střechou nelze umísťovat do blízkosti atik a koutů střechy. Je potřeba zabezpečit spolehlivé opracování detailů prostupů nebo vtoků. Vzdálenost vtoku od prostupujících konstrukcí má být minimálně 0,5 m.

Návrh:

Dle projektové dokumentace není žádný vtok umístěn blíže než 0,5 m od prostupujících konstrukcí. Ustanovení normy je tak splněno.



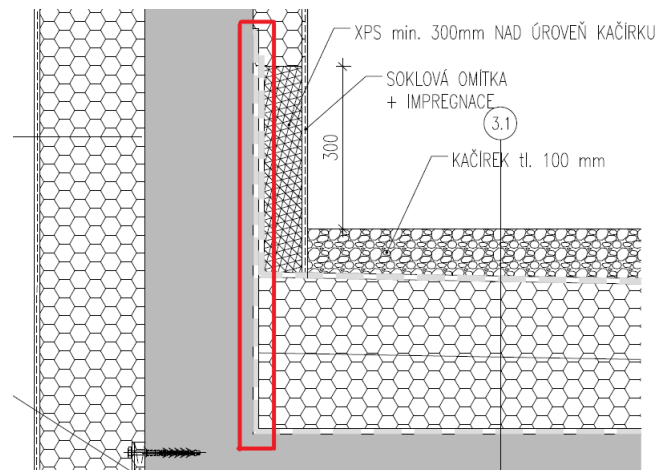
Obr. č. [13] Blízké umístění střešního vtoku prostupujícím konstrukcím, nikoliv však menší než 50 cm

12) Ustanovení normy:

Povlaková hydroizolace, která ve střeše plní funkci provizorní hydroizolace, má být na atice ukončena ve výšce minimálně 80 mm.

Návrh:

Parotěsná vrstva střechy, která plní též funkci provizorní povlakové hydroizolace při realizaci, je dle projektové dokumentace ukončena cca 600 mm nad přilehlým povrchem. Ustanovení normy je tak splněno.



Obr. č. [14] Parotěsná vrstva plnící též funkci provizorní hydroizolace vytažena výš než 80 mm

7. Podklad pro kontrolu kvality provedení hydroizolační skladby střechy

Kontrola kvality provedení hydroizolační skladby se má provádět na stavbě před, v průběhu i po realizaci hydroizolační vrstvy. Je důležité, aby hydroizolační konstrukci prováděli proškolení pracovníci za stálého dozoru stavbyvedoucího a aby dílčí konstrukce hydroizolační skladby byly protokolárně předávány zástupci investora na stavbě společně s fotodokumentací zakrývaných, a právě realizovaných konstrukcí.

Podklad je vytvořen z veřejně dostupných publikací zabývajících se problematikou realizace povlakové hydroizolace z asfaltových pásů. Dále byl použit dokument KZP poskytnutý vedoucím práce.

1) Rovinnost podkladu

- Rovinnost je přijatelná, pokud odchylka od úsečky spojující 2 m vzdálené body nečiní více než 5 mm.
- Rovinnost na vnějším povrchu střechy není určena, postupuje se podle požadavku na tvorbu kaluží.

2) Vlastnosti betonového podkladu pro natavení asfaltového pásu

- Povrch musí být soudržný, zbaven ostrých výstupků a hran, povrch nesmí sprašovat. Na povrchu nesmí být sníh ani námraza.
- Výstupky jsou tolerovány do výšky 1,5 mm a prohlubně do výšky 3 mm.
- Pevnost betonu má být alespoň C 8/10 dle ČSN 73 1205
- Jsou-li na povrchu betonu trhliny, překryjí se pásem typu R13 tak, aby nebyl pás na trhlinu nataven.
- Před natavováním se povrch opatří vhodnou penetrací na asfaltové bázi.
- Vlhkost betonového podkladu nemá překročit 6 %.

3) Vlastnosti podkladu z polystyrenu EPS pro pokládku asfaltových pásů

- Pro podklad z EPS má být použit minimálně EPS 100.
- Není-li polystyren opatřen povrchovou úpravou, je vhodný pro mechanicky kotvené nebo pro samolepící asfaltové pásy.
- Požaduje-li projektová dokumentace natavit hydroizolační vrstvu přímo na polystyren EPS, pak musí být jeho horní povrch opatřen samolepícím nebo předem nakaširovaným asfaltovým pásem.
- Při aplikaci povlakové hydroizolace pouze v jedné vrstvě z mechanicky kotveného asfaltového pásu, který je v podélných spojích svařován plamenem se podkladní vrstva z EPS chrání pásem typu R13 pokládaným v pruzích pod svařovanými spoji.

4) Doporučené povětrnostní podmínky pro montáž HI asfaltových pásů

- Vzduch i podklad by neměly mít teplotu menší než +5°C. Pokud je teplota nižší je potřeba pracoviště, povrchy a materiály temperovat.
- Asfaltové pásy se nemají aplikovat při silném větru, dešti a sněhu.

- Pokládka samolepicích asfaltových pásů by měla probíhat při teplotách alespoň 10°C. Pokud je teplota nižší, je nutné realizovat celou plochu v jednom denním záběru a to i s horní natavenou vrstvou.

5) Požadavky na kladení pásů

- Pokládka pásů je vždy jedním směrem.
- Styk bočního a čelního spoje musí mít tvar T, nikoliv X.
- Ve vícevrstvých systémech je potřeba mezi sebou jednotlivé pásy celoplošně svařit.
- Přesahy pásů mají být minimálně 80 – 100 mm. U pásů s hrubozrnným posypem má být překrytí v podélném spoji 80 mm a v příčném spoji 100 – 120 mm.
- Způsob a délky překrytí je potřeba kontrolovat na základě TP výrobce daného materiálu.

6) Svařování pásů

- Pro natavování SBS modifikovaných pásů nelze používat tzv. kombajn. Při teplotách vyšších než 190°C degraduje vrstva SBS modifikovaného asfaltu.
- Plamen nesmí na pás působit moc dlouho, ale nahřátí musí být intenzivní.
- Pás se nejdříve rozvine do finální polohy. Následně se svine polovina do středu, a nataví se. Poté se nataví druhá polovina stejným způsobem.
- Provádí se kontrola natavení k podkladu
- U spojů má být návalek 5 – 15 mm.
- Provádí se kontrola celoplošného natavení
 - výtažná zkouška kotev
 - odtrhová zkouška
 - akustickým trasováním pomocí kuličky

7) Kotvení pásů

- Při kotvení ve spojích musí být talířek kotevního prvku minimálně 10 mm od hrany pásu, dále pak musí být překryt alespoň 60 mm širokým vodotěsným svarem
- Před návrhem je doporučeno provést výtažnou zkoušku. Výtažná síla pro kotevní prvek má být minimálně 1200 N.

8) Svislé plochy pro instalaci asfaltových pásů

- Má se provádět pomocí dvou vrstev asfaltových pásů.

9) Kontrola klempířských konstrukcí

- Okapní hrana má přesahovat přes atiku alespoň 30 mm
- Sklon atiky do plochy střechy má být alespoň 3°

10) Střešní vtok

- Kontrola zabezpečení vtoku proti pohybu.
- Kontrola snížené plochy kolem vtoku o cca 20 mm.
- Kontrola osazení tělesa vtoku dle PD a TP výrobce.

11) Prostupující konstrukce

- Prostup má být opracován pomocí tzv. kalhotek, ty se mají vytvořit z vrchního pásu s posypem.
- Svislá část hydroizolace se má stáhnout nerezovou objímkou.
- Kontrola opracování detailů a prostupujících konstrukcí dle TP výrobce a PD

12) Kontrola spojení pásů

- Nejsou-li vrstvy pásů celoplošně spojeny, nedá se toto považovat za vícevrstvý hydroizolační systém.
- Kontrola svaření pásů může probíhat pomocí špachtle nebo namátkovým proříznutím spoje pásů. Toto lze provádět pouze při teplotě asfaltových pásů od 10°C do 20°C.

13) Nesprávné natavení

- Nesmí být nalezený mechanicky poškozený asfaltový pás nebo asfaltový pás s obnaženou nosnou vložkou.

14) Kontrola těsnost provedené vrstvy hydroizolace

- **Vizuální kontrola**
- **Jiskrová zkouška**
- **Zkouška impedanční defektoskopií**
- **Dýmová zkouška**

8. Praktická část

8.1. Impedanční defektoskopie

Impedanční defektoskopie je jedna z technologií, s jejíž pomocí se na vrstvě hydroizolace plochých střeš hledají netěsnosti nedestruktivním způsobem.

Impedanční defektoskopie se využívá zejména po provedení vrstvy hydroizolace pro kontrolu kvality, dále by měla být součástí preventivní pravidelné údržby hydroizolační vrstvy střešy, tím se dá předejít drahým rekonstrukcím nebo se impedanční defektoskopie provede právě před započítím rekonstrukce střešního pláště, aby se identifikovaly defekty ve vrstvě hydroizolace a stanovil se rozsah plánované rekonstrukce.

Přesněji jsme schopni dohledat místa pod vrstvou hydroizolace s větším obsahem vlhkosti. Impedanční defektoskop není sám o sobě schopen určit množství vlhkosti obsažené pod hydroizolací, to musí určit následně jiná, například destruktivní, gravimetrická metoda.

Tuto technologii používáme pro lokalizaci netěsností v ploché vrstvě hydroizolace bez zatěžovací vrstvy a za suchých dnů, kdy se na hydroizolační vrstvě nevyskytuje voda. Impedanční defektoskop, který nás informuje o výskytu vlhkosti pod vrstvou hydroizolace, předává informace pomocí optických a akustických signálů. Pomocí této technologie jsme schopni určit oblast vlhké tepelné izolace a místa, kde je nutné provést další destruktivní sondy, které s velkou přesností určí množství vlhkosti v podkladních vrstvách.

Lokalizaci zvýšené míry vlhkosti pod hydroizolací provádí tzv. impedanční defektoskop, jehož dva gumové pásy jsou neustále v kontaktu s vrchní vrstvou hydroizolace.

Impedanční defektoskop je elektronický přístroj na baterie, který generuje signál o nízké frekvenci. Signál je přenášen do testovaného materiálu skrze jednu ze dvou elektrod zabudovanou v gumové elektrodové podložce, která je přichycena na spodní straně přístroje.

Druhá elektroda v defektoskopu slouží pro příjem zpětně vysílaného signálu z testovaného materiálu. Síla zpětně vysílaného signálu se mění v závislosti na vlhkosti obsažené v testovaném materiálu.

Defektoskop stanoví sílu přiváděného proudu (signálu) a je schopen převést tuto hodnotu na ukazatel monitoru.

Lokalizaci vlhkosti pod vrstvou hydroizolace můžeme zjednodušeně vysvětlit změnou elektromagnetického pole pod přístrojem, který toto pole vytváří. Dochází zde ke změně hodnoty impedance, která se mění v závislosti na obsahu vlhkosti v podkladu. Impedance je zjednodušeně elektrický odpor pro signály střídavého proudu, neboli poměr napětí a proudu.

Pohybem přístroje přes plochu vrstvy hydroizolace v pravidelném formátu je dosaženo souvislého skenování testovaného materiálu a všechna místa, která obsahují zvýšenou míru vlhkosti mohou být identifikována.

Na defektoskopu od značky TRAMEX, který je dnes v České republice velmi rozšířený jsou tři stupně hloubky, do kterých je defektoskop schopen zvýšenou vlhkost detekovat.

První stupeň je vhodný na tenké vrstvy hydroizolací jako je m-PVC a jiné hladké povrchy, kde se zvýšená koncentrace vlhkosti nachází blízko pod povrchem a střešní plášť neobsahuje tepelnou izolaci.

Druhý stupeň je určen pro střechy s vrstvou tepelné izolace překrytou asfaltovým pásem nebo pásem z měkčeného PVC, kde se vlhkost nemusí nacházet bezprostředně pod vrstvou hydroizolace, ale také ve vrstvě tepelné izolace.

Třetí stupeň je určen pro střešní pláště větších tloušťek s použitím litého asfaltu nebo se zatěžovací kačírkovou vrstvou. Kačírkovou vrstvou se ale obecně doporučuje před měřením vlhkosti lokálně odstranit a dále se řídit požadavky prvního a druhého stupně.

Nejprve je nutné přístroj zkalibrovat. Kalibrace se provádí v místě, kde je prokazatelně zvýšená míra vlhkosti, například může jít o navlhčený ubrousek pod vzorkem hydroizolačního pásu. Vzorek se umístí na suchou

plochu a přejeďte se defektoskopem tak, aby senzory ze spodní strany defektoskopu vlhkost zachytily. To se projeví na defektoskopu posunem měřicí ručičky a akustickým signálem, v případě, že je tato funkce zapnutá. Dále pomocí otočného knoflíku nastavíme jemnou citlivost detekce vlhkosti tak, aby se zvýšená míra vlhkosti na monitoru projevila. Defektoskop zobrazuje hodnoty v reálném čase. V případě, že se podaří vlhkost pod hydroizolací detekovat je zde možnost ručičku podržet pomocí tlačítka „HOLD“ a pořídit fotodokumentaci, která prokazuje výskyt vlhkosti. Pomocí srovnávacích referenčních hodnot vlhkosti lze vymezit vlhké oblasti mezi hydroizolačními vrstvami, přímo pod hydroizolací nebo v tepelněizolační vrstvě.

Výhody této metody lokalizace vlhkosti jsou nedestruktivita, přesnost, rychlé výsledky a efektivní kontrola velkých ploch.

Provádění této metody by mělo být vždy doplněno vizuálním určením konkrétního defektu.

Výstupem provedení impedanční defektoskopie může být podrobná vlhkostní mapa střešního pláště, která ukazuje místa se zvýšenou mírou vlhkosti.

Impedanční defektoskopie se v průběhu let ukázala jako vhodná pomůcka pro předání vrstvy hydroizolace ploché střešy stavebníkovi. Dříve se pro prokázání vodotěsnosti hydroizolační vrstvy střešního pláště používala mimo jiné zátopová zkouška, která s sebou nese, oproti impedanční defektoskopii, spoustu nevýhod. Budeme-li předpokládat skladbu střešního pláště s parotěsnou vrstvou, tepelnou izolací a hydroizolační vrstvou, můžeme specifikovat zásadní nevýhodu. Tou je, že se zátopová voda dostane do vrstvy tepelné izolace, ale nikoliv přes vrstvu parotěsné zábrany a tím pak není detekovatelná na spodním líci vnitřní konstrukce. Může tak dojít k chybným závěrům, kdy bude vyhodnoceno, že vrstva hydroizolace plní svou funkci, protože žádnou vlhkost na spodním líci střešní konstrukce nedetekujeme. Ta se ale může nacházet právě ve vrstvě tepelné izolace a v průběhu let může způsobovat její degradaci. Právě z tohoto důvodu je i v případě, kdy byla provedena zátopová zkouška

vhodné, provést zkoušku těsnosti impedanční defektoskopií pro bližší specifikaci plochy poškozené tepelné izolace. Zátopová zkouška sama o sobě neodhaluje konkrétní netěsnosti na vrstvě hydroizolace, ale potvrzuje její těsnost.

Je nutné si uvědomit, že před použitím metody impedanční defektoskopie, musí vrstva hydroizolace podstoupit zkoušku těsnosti tak, aby v případě poruchy byla voda dohledatelná pod ní. Toto se provádí buď zkrápěním hydroizolační vrstvy vodou nebo přirozeným deštěm.

Při studiu impedančního defektoskopu a jeho způsobu fungování a způsobu kalibrace mě napadlo, je-li možné stanovit, na základě předem známého objemu vody při kalibraci a hodnoty naměřené při kalibraci, také přesný objem vody detekovaného defektoskopem pod vrstvou hydroizolace. Například při použití 200 ml vody při kalibraci, naměříme na defektoskopu po zvolení citlivostí, hodnotu 15. Tyto hodnoty zaznamenáme a uchýlíme se k měření plochy střechy. Na ploše střechy dále detekujeme například hodnotu 60. Z těchto naměřených hodnot jsme schopni určit hodnotu v mililitrech, která působí významem, jaké množství vody se nachází pod hydroizolací. V tomto případě vypočteme pomocí trojčlenky, že objem vody pod hydroizolací by měl být 800 ml. POZOR!! Takto k impedanční defektoskopii nelze přistupovat. Výpočet sice není špatně, ale charakter měření vlhkosti defektoskopem tomuto nevyhovuje. Defektoskopem nikdy nemůžeme naměřit přesný objem vlhkosti na přesně daném místě. Proto je v článku vždy použita fráze „zvýšená míra vlhkosti“, kterou je defektoskop schopen zachytit. Přesné místo výskytu s jednoznačnou hodnotou množství vlhkosti, defektoskopem nelze odhalit. V místě detekce zvýšené míry vlhkosti, lze konstatovat, že je zde více vlhkosti než v okolí, nemůžeme ale přesně na centimetry určit místo, protože vlhkost může být pod vrstvou hydroizolace roz distribuovaná nebo ji mohou obsahovat materiály pod povlakem hydroizolace ve své vnitřní struktuře.

8.2. Měření impedanční defektoskopií na střeše panelového domu

Základní charakteristika stavby

Konstrukční typ objektu má název VVÚ-ETA. Jedná se o pražskou variantu, která má v nejvyšším nadzemním podlaží mezonetové byty.

Objekt je dělen na sekce dle modulů vnitřních nosných stěn. Moduly vnitřních nosných stěn mají vzdálenost 6 m a jsou sdružovány po třech do sekcí. Jedna sekce tvoří jeden dům s vlastním vstupem. Objekt má 9 nadzemních podlaží. Konstrukční výška podlaží je 2,8 m a světlá výška podlaží je 2,55 m. Objekt disponuje jedním podzemním podlažím.

Na západním průčelí objektu jsou v krajních modulech lodžie. Sloupce lodžie jsou kryté hlavní střechou objektu. Střední modul sekce je bez lodžii. Lodžie jsou zapuštěny za rovinu fasády.

Mezonetové byty v posledním nadzemním podlaží jsou obestavěné kolem strojoven výtahů. Střechy výtahů tak vystupují jen o cca 0,5 m nad rovinu hlavní střechy.

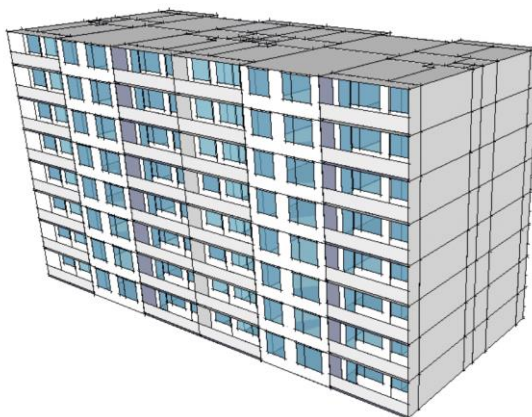
Střecha objektu byla před její rekonstrukcí plochá, dvouplášťová. Vrchní plášť tvořily žebírkové železobetonové panely. Obvod střešního pláště tvoří nízká atika.

Nosná konstrukce objektu

Svislá konstrukce je tvořena plnými stěnovými dílci tloušťky 190 mm. Nosné stěny jsou orientovány kolmo k průčelí, a jedná se tak o příčný stěnový systém. Příčné stěny jsou doplněny ztužujícími stěnami v podélném směru.

Stropní konstrukci tvoří předpjaté dutinové železobetonové panely. Tloušťka stropních panelů je 190 mm. Předepnutí bylo realizováno metodou elektroohřevu.

3D VVÚ-ETA



Obr. č. [15] Obecný 3D model panelového domu VVÚ-ETA



Obr. č. [16] Panelový dům VVÚ-ETA Praha - Stodůlky

Obvodové stěny

Průčelí mimo lodžie je tvořeno sendvičovými dílci o tloušťce 240 mm. Tyto dílce nemají nosnou funkci. Dílec tvoří železobetonová vrstva tloušťky 100 mm, vrstva polystyrénu EPS tloušťky 80 mm. Vnější povrch je tvořen betonovou vrstvou tzv. moniérkou, o tloušťce 60 mm.

Střecha a nástavby na původní střeše

Původní střecha objektu byla plochá dvouplášťová, kde horní plášť byl tvořen železobetonovými žebírkovými panely.

Střešní krytina byla tvořena povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů.

Na hlavní střeše se nachází nástavby vzduchotechniky.

Výstup na střechu zajišťují poklapy ve střeše.

Rekonstrukce stávající dvouplášťové střechy

Rekonstrukce stávající střešní konstrukce spočívala v záměně dvouplášťové střechy s větranou dutinou za jednoplášťovou střechu s nevětranou dutinou s novou vrstvou parozábrany, tepelné izolace a povlakové hydroizolace.

Nová vrstva tepelné izolace je tvořena polystyrénem EPS 100 a vrstva povlakové hydroizolace je tvořena hydroizolační fólií z materiálu PVC-P.

Rekonstrukce dále obsahovala výměnu vzduchotechnických zařízení na střeše objektu. Výměna spočívala v nahrazení střešních ventilátorů individuálními kuchyňskými digestoři.

Rekonstrukce střechy a vzduchotechnických zařízení byla realizována od srpna 2020 do listopadu 2020.

8.2.1. Postup měření

Měření míry vlhkosti a detekce defektů na střeše panelového domu byla prováděna v listopadu roku 2023. Ačkoliv je tato část roku v České republice poměrně deštivá, je stále možné měřit vlhkost impedanční defektoskopií. Střešní krytina ale musí být vyschlá a bez kaluží.

Na této konkrétní střeše se nachází několik zvýšených ploch, které jsou umístěny zpravidla nad komunikačními jádry a nad výtahy. Dále je střecha opatřena vyvýšenou atikou výšky cca 20 cm a šířky 30 cm. Na zvýšených úrovních střechy míra vlhkosti měřena nebyla. Dále vlhkost nebyla měřena v místech vnitřních rohů atik a nároží nástaveb.

Střecha je odvodněna pomocí sedmi střešních vtoků umístěných ve žlabech, které jsou orientovány podélně. Jsou zde dohromady tři střešní žlaby a sedm střešních vtoků. Plocha střechy je spádována ke žlabům a žlaby jsou spádovány ke vtokům. Vtoky i žlaby jsou pravidelně čištěny. Na střeše nebyly nalezeny kaluže stojící vody.

Střecha má půdorysné rozměry 60,4 m krát 24 m.

Po zhodnocení stavu a konstrukce střechy bylo vyhodnoceno, že střecha je pro měření impedanční defektoskopií vhodná.

Střecha neobsahuje záchytný systém.



Obr. č. [17] Zhodnocení stavu a konstrukce střechy (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [18] Zhodnocení stavu a konstrukce střechy (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [19] Zhodnocení stavu a konstrukce střechy (vlastní fotodokumentace)

Nejprve jsem přistoupil ke kalibraci přístroje. Přístroj byl zkalibrován na prokazatelně suchém místě bez defektů.

Pro plochou střechu s vrchní vrstvou hydroizolace z mPVC a tepelnou izolací z EPS jsem zvolil druhou hloubkovou úroveň defektoskopu.

Pomocí přířezu izolace a mokrého ubrousku jsem přístroj zkalibroval na hodnotu 20.



Obr. č. [20] Kalibrace impedančního defektoskopu – pokládání mokrého ubrousku pod vzorek hydroizolace (vlastní fotodokumentace)

Dále jsem přistoupil k samotnému měření a přístrojem postupoval v pravidelném rastru po ploše střechy.

Přístrojem nebylo možné změřit míru vlhkosti v bezprostřední blízkosti atik, protože atikový plech sahá cca 10 cm pod horní vrstvu hydroizolace od atik do prostoru střechy. Atikový plech rušil elektromagnetické signály vysílané defektoskopem. Tento fakt mi posloužil k tomu, že jsem se nemusel vracet na místo kalibrace a hodnotit, zda přístroj stále správně měří, ale stačilo najet na vnitřní roh atiky a pomocí akustického signálu se přesvědčit, že vše funguje, jak má.



Obr. č. [21] Měření míry vlhkosti v pravidelném rastru (vlastní fotodokumentace)

Na střeše bylo nalezeno 34 defektů v ploše hydroizolační vrstvy. Největší koncentrace defektů byla odhalena ve svarech jednotlivých pásů fólie mPVC. Konkrétně tři nejdelší svary jsou velmi nekvalitně svařeny, a tedy v těchto místech vniká pod vrstvu hydroizolace voda.



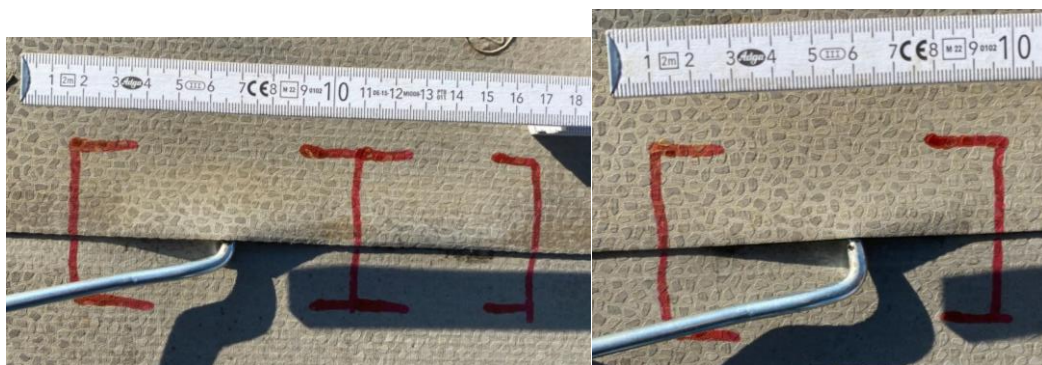
Obr. č. [22] Defekty s detekovanou zvýšenou mírou vlhkosti (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [23] Defekt s detekovanou zvýšenou mírou vlhkosti (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [24] Vady zapříčiněné nesprávným svarem pásů hydroizolace bez naměřené zvýšené míry vlhkosti (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [25] Vady zapříčiněné nesprávným svarem pásů hydroizolace (vlastní fotodokumentace)

V pravé části střechy byl nalezen defekt způsobený proříznutím hydroizolace pravděpodobně kovovým nástrojem. Tento řez je dlouhý cca 44 mm a byl odhalen díky akustickému signálu defektoskopu.



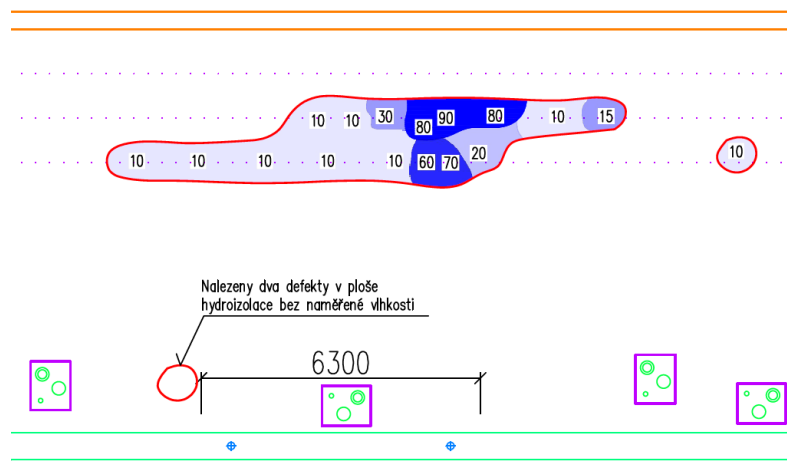
Obr. č. [26] Defekt způsobený proříznutím s detekovanou vlhkostí (vlastní fotodokumentace)

Během měření byly na ploše střechy nalezeny tři kovové předměty, pravděpodobně zapomenuté části z realizace rekonstrukce. Tyto předměty představují pro vrstvu hydroizolace riziko poškození.

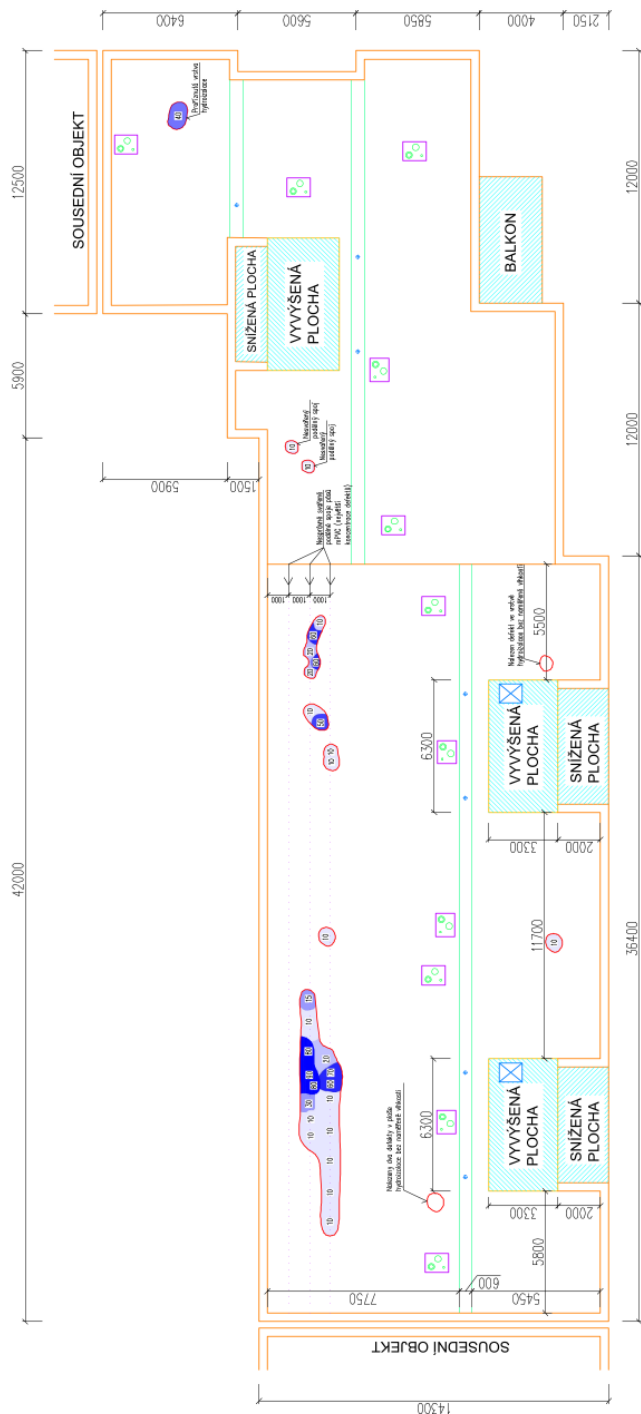


Obr. č. [27] Nebezpečné kovové předměty nalezené při měření (vlastní fotodokumentace)

Z provedeného měření jsem zpracoval vlastní vlhkostní mapu, zobrazující místa, kde byla pod vrstvou hydroizolace detekována zvýšená míra vlhkosti.



Obr. č. [28] Detail místa, kde bylo odhaleno největší množství mechanických defektů a byly detekovány nejvyšší hodnoty vlhkosti (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [29] Celkový půdorys střechy s vyznačenými místy, kde byla detekována zvýšená míra vlhkosti (vlastní fotodokumentace)

Výkres vlhkostní mapy by měl dále sloužit ke stanovení rozsahu a způsobu oprav hydroizolační vrstvy.

Protože je předmětná střecha stále v záruce, kterou na ni poskytla realizační firma, bude sloužit jako podklad pro opravy z jejich strany. Pro specifikaci rozsahu opravy vrstvy hydroizolace by měla také posloužit fotodokumentace všech odhalených defektů.

8.3. Měření impedanční defektoskopií na střeše bytového domu

Měření bylo provedeno na jednom bytovém domě obytného souboru realizovaném v roce 2022. Objekt má 8 nadzemních podlaží a plochou střechu.

Suterény budou sloužit pro parkování a jako technické zázemí objektů a jsou jednopodlažní a dvoupodlažní.

Konstrukční systém suterénů je železobetonový monolitický převážně sloupový skelet s komunikačními jádry, rampou a obvodovými konstrukcemi. Nadzemní podlaží tvoří systém železobetonových monolitických příčných nosných stěn, železobetonových jader a železobetonových bezprůvlakových stropů.

Spodní stavba je realizována jako „bílá vana“.

Obvodové stěny nadzemních pater jsou realizovány z železobetonu s kontaktním zateplovacím systémem. Mezibytové stěny jsou nosné železobetonové.

Střechy jsou navrženy jako ploché jednoplášťové s tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu EPS 150 S. Spád střechy je realizován pomocí klínů z tepelné izolace a je min. 2 %.

Podkladní vrstvu střešního pláště tvoří železobetonová monolitická stropní konstrukce tloušťky 200 mm.

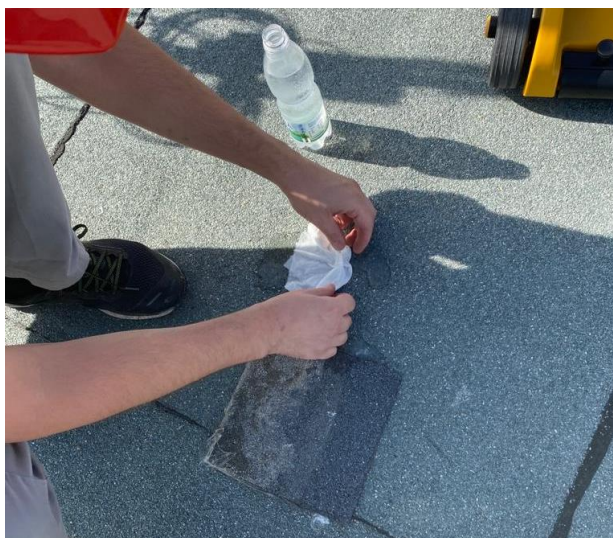
Parozábranu na střeše tvoří materiál VAP AL fy Aster. Jedná se o SBS modifikovaný asfaltový pás, vyztužený kombinovanou spřaženou vložkou z hliníkové fólie a skelné rohože. Horní povrch je opatřen jemnozrnným minerálním posypem. Na spodním líci je lehce tavitelná spalná fólie. Tloušťka asfaltového pásu parozábrany je 3 mm. Asfaltový pás parozábrany je vyroben pro celoplošné natavování plamenem. Podklad pásů musí být opatřen vhodným penetračním prostředkem. V tomto případě byl použit penetračně-adhezní nátěr VERNIS ANTAC. Plošná hmotnost asfaltového pásu je 3,58 kg/m².

Tepelná izolace je tvořena vrstvou expandovaného polystyrenu EPS 150 tloušťky 140 mm. Spádová vrstva je tvořena stejným materiálem pomocí spádových klínů tloušťky od 60 mm do 270 mm.

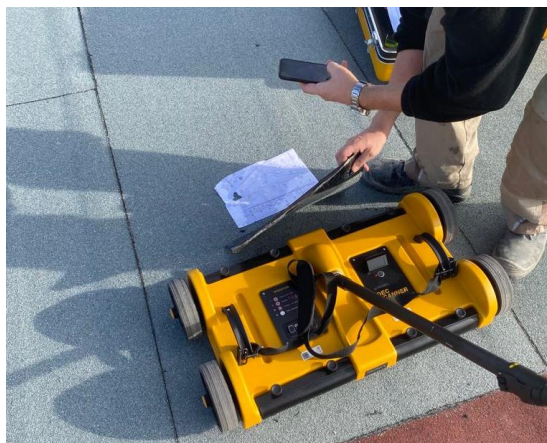
Vrstva hlavní hydroizolace je tvořena dvěma asfaltovými pásy. Podkladní pás vrchní hydroizolace je mechanicky kotvený tloušťky 3 mm. Vrchní vrstvu hydroizolace tvoří SBS modifikovaný asfaltový pás s ochranným posypem celoplošně natavený o tloušťce 5 mm.

8.3.1. Postup měření

Nejprve bylo nutné přístroj správným způsobem zkalibrovat. To jsem provedl pomocí vlhkého hadříku, který jsem vložil pod vzorek hydroizolace dostatečných rozměrů, např. 40 x 40 cm. Je nutné, aby vzorek hydroizolace byl ze stejného materiálu, který tvoří hlavní hydroizolační vrstvu (např. asfaltový pás nebo fólie PVC-P).



Obr. č. [30] Kalibrace impedančního defektoskopu – pokládání mokrého ubrousku pod vzorek hydroizolace (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [31] Kalibrace impedančního defektoskopu – pořizování fotodokumentace provádění kalibrace (vlastní fotodokumentace)

Ještě před navlhčením a uložením hadříku pod vzorek hydroizolace jsem se ujistil, že v přístroji jsou funkční a nabyté baterie a že všechny části přístroje máme správně připevněny. Mohlo by se stát, že po naskenování poloviny střechy bude zjištěno, že baterie nebyly dobyté a měření tak vůbec neproběhlo.

Po vložení vlhkého hadříku pod vzorek hydroizolace jsem nastavil citlivosti přístroje. Nejprve jsem zvolil jednu ze tří úrovní hloubky měření podle měřeného podkladu. Vybraný bytový dům má plochou střechu, kde hlavní hydroizolační vrstva je tvořena asfaltovým pásem a vrstva tepelné izolace je tvořena expandovaným polystyrenem. Pro tento účel jsem zvolil úroveň hloubky měření „2“.

Dále jsem se uchýlil k nastavení jemné citlivosti přístroje na ovládacím panelu přichyceném na rukojeti. Přístroj jsem si postavil přímo na připravený vlhký vzorek a otáčel jsem citlivostním kolečkem tak, aby ručička na stupnici naměřila libovolnou hodnotu. Hodnota by měla být kolem 10–20. O naměřené kalibrační hodnotě jsem provedl záznam fotodokumentací.



Obr. č. [32] Kalibrace impedančního defektoskopu – stav stupnice po nastavení citlivosti na ovládacím panelu (vlastní fotodokumentace)

Nyní jsou nastavené obě úrovně citlivostí na daný podklad a můžeme začít s měřením. Střechu s hydroizolací z asfaltových pásů jsem přejížděl defektoskopem ve směru kladu asfaltových pásů. Přejížděl jsem vždy asfaltový pás v ploše a pak samotný podélný spoj tak, aby tento spoj probíhal přímo pod přístrojem. Rychlost přejíždění by neměla být moc vysoká, abychom byli schopni zaznamenat akustický nebo optický signál detekující zvýšenou míru vlhkosti. Střídatě musíme sledovat ručičku na

ovládacím panelu přístroje a směr, kterým se přístroj ubírá. Musíme mít přehled o tom, zda jsme přístrojem nevynechali některé místo na střeše.



Obr. č. [33] Směr pojezdu defektoskopu na střešní krytině (vlastní fotodokumentace)

V místech střešních otvorů, ať už se jedná o výlez na střechu, vývody vzduchotechniky nebo odvětrání kanalizace, jsou místa náchylná na poruchy hydroizolační vrstvy. Zároveň jsou to ale místa, na která je s defektoskopem obtížný přístup. V případě, že jsou potrubí vývodů moc blízko u sebe a svírají mezi sebou malý prostor, nemáme šanci se sem s defektoskopem dostat. Musíme, zde zvolit jinou metodu měření, nebo se s defektoskopem dostat co nejbližší a vyhodnotit, že pokud by se zde nacházela zvýšená míra vlhkosti, defektoskop by ji detekoval.



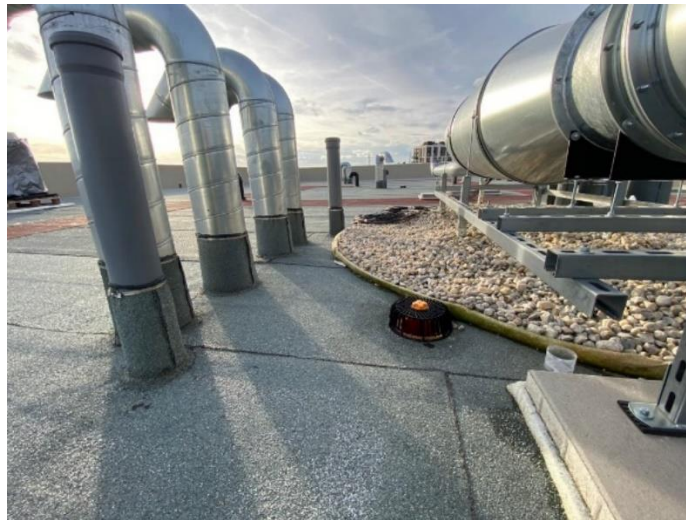
Obr. č. [34] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „1“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [35] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „2“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [36] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „3“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [37] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „4“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [38] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „5“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [39] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „6“ (vlastní fotodokumentace)

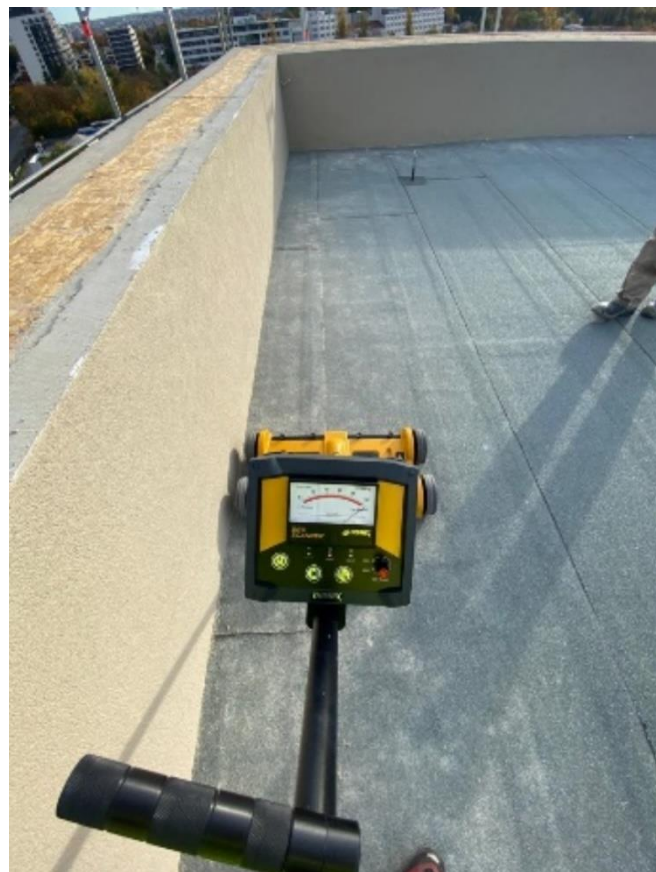
Další místa náchylná na poruchy hydroizolační vrstvy jsou vnitřní rohy plochých střeš a vnitřní nároží atik. Zde se musí při měření dbát na to, aby bylo defektoskopem skenováno každé místo, a to nejlépe ve dvou na sebe kolmých směrech. Může se stát, že místo, kde se vyskytuje zvýšená míra vlhkosti, má podlouhlý úzký tvar. Při skenování tohoto místa v podélném směru se občas stane, že místo je tak tenké, že ho přístroj nedetekuje. Naopak při skenování kolmo na podélnou osu tvaru vlhkého místa jsme mnohdy schopni naměřit velké množství vlhkosti.



Obr. č. [40] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „1“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [41] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „2“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [42] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „3“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [43] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „4“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [44] Obecné rizikové místo styku vodorovné a svislé vrstvy hydroizolačního povlaku „1“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [45] Obecné rizikové místo styku vodorovné a svislé vrstvy hydroizolačního povlaku „2“ (vlastní fotodokumentace)

Při detekci místa se zvýšenou mírou vlhkosti defektoskopem, pořídíme fotodokumentaci stupnice na defektoskopu. Je možné ručičku na stupnici podržet funkcí „HOLD“, která je popsána výše v obecné části o impedanční defektoskopii. Funkce „HOLD“ ručičku podrží na naměřené hodnotě. Hodnota se při aktivní funkci „HOLD“ nezmění ani při změně polohy defektoskopu. Tato funkce má sloužit hlavně pro pořízení fotodokumentace.



Obr. č. [46] Optické znázornění výskytu větší míry vlhkosti na stupnici defektoskopu „1“ (vlastní fotodokumentace)

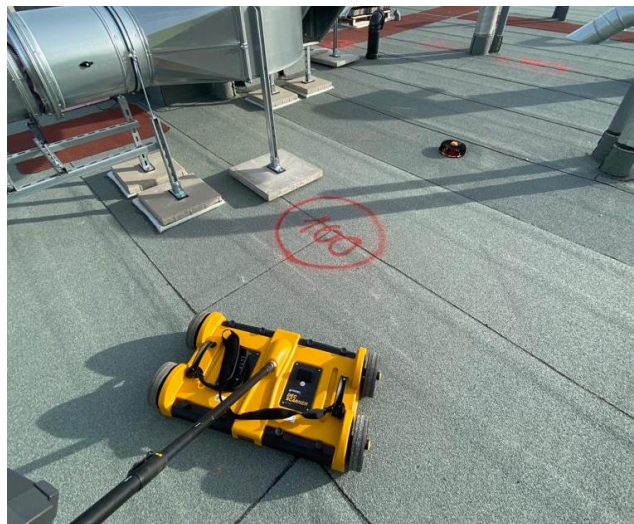


Obr. č. [47] Optické znázornění výskytu větší míry vlhkosti na stupnici defektoskopu „2“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [48] Ohledání místa s výskytem větší míry vlhkosti, zkouška těsnosti spojů asfaltových pásů – defekt nebyl nalezen (vlastní fotodokumentace)

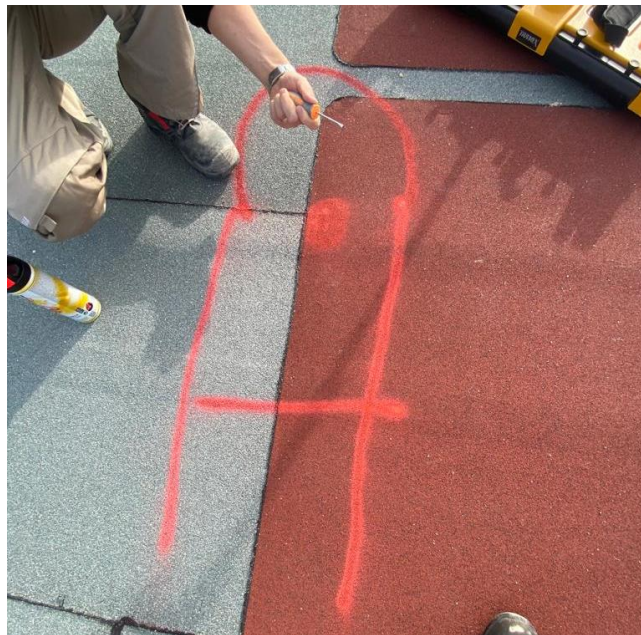
Následně místo se zvýšenou mírou vlhkosti označíme přímo na vrstvu hydroizolace přijatelným způsobem, např. značkovacím sprejem nebo fixou. Do ohraničeného pole se zvýšenou mírou vlhkosti napíšeme příslušným způsobem naměřenou hodnotu. Dále místo a hodnotu vyznačíme a zapíšeme také do vytisknutého půdorysu střechy objektu. Tento půdorys později poslouží jako podklad pro vypracování vlhkostní mapy.



Obr. č. [49] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „1“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [50] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „2“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [51] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „3“ (vlastní fotodokumentace)



Obr. č. [52] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „4“ (vlastní fotodokumentace)

Dále bychom neměli zapomenout na pořízení celkové fotodokumentace střechy, a to především rizikových míst průchodu vlhkosti jako jsou místa vývodů střešních otvorů, vnitřní rohy atiky ad., pro zjištění celkové kvalitativní úrovně provedení hlavní hydroizolační vrstvy.



*Obr. č. [53] Fotodokumentace pro posouzení celkové kvality provedení vrstvy hydroizolace „1“
(vlastní fotodokumentace)*



*Obr. č. [54] Fotodokumentace pro posouzení celkové kvality provedení vrstvy hydroizolace „2“
(vlastní fotodokumentace)*

8.4. Vyhodnocení měření

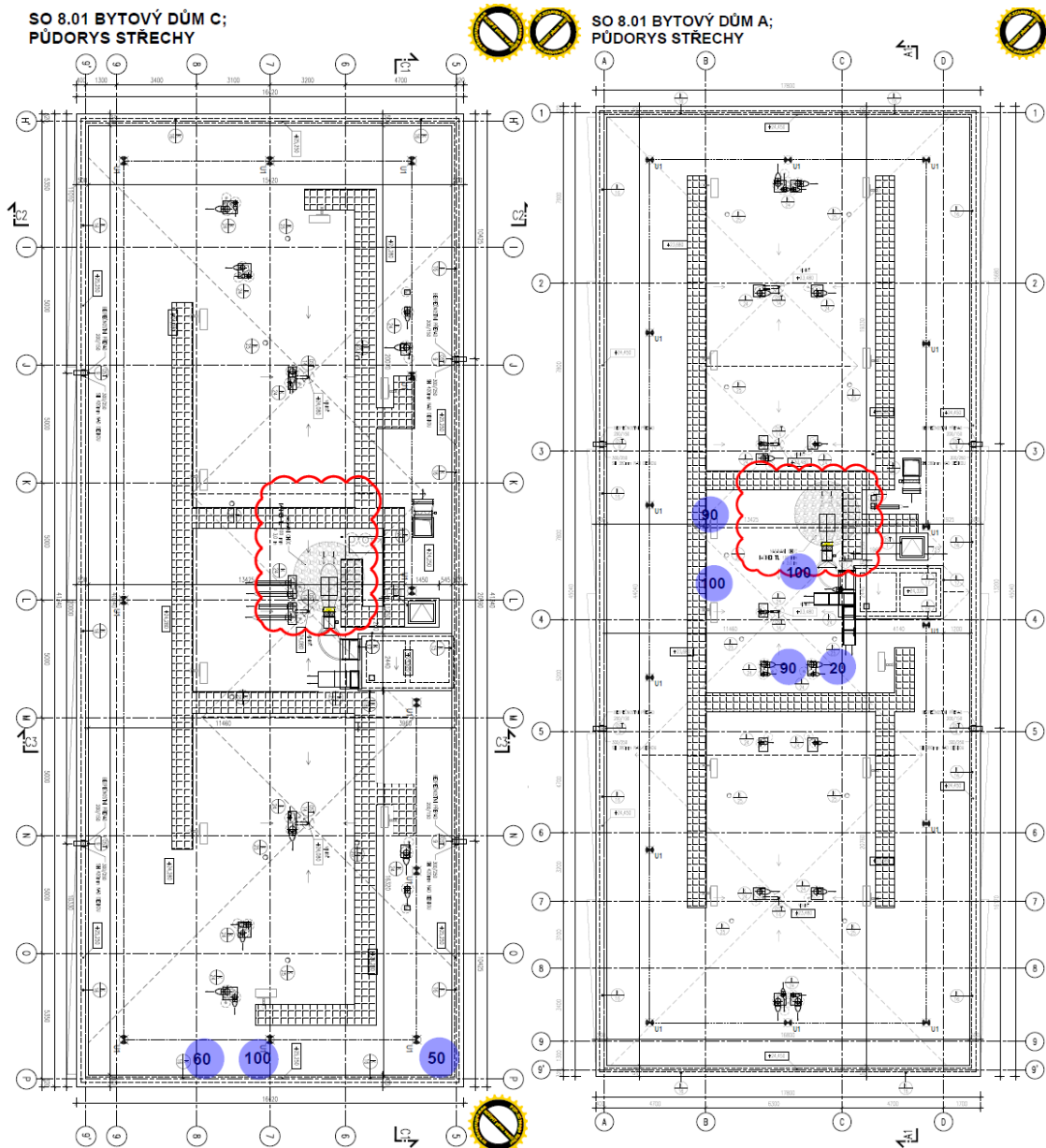
Na měřených střechách obou objektů byla nalezena místa se zvýšenou mírou vlhkosti pod vrstvou hydroizolace.

Dohledaná vlhkost může být zabudovaná. Při realizaci skladby střechy mohlo do souvrství střechy zapršet, vlhkost se tam mohla uzavřít dalšími vrstvami střešní skladby a my ji teď detekujeme. Tomuto názoru nahrává také fakt, že nebyl identifikovaný defekt hlavní hydroizolace prokazatelný opticky. Nebyla nalezena díra, narušený spoj ani nedokonalý svar asfaltových pásů.

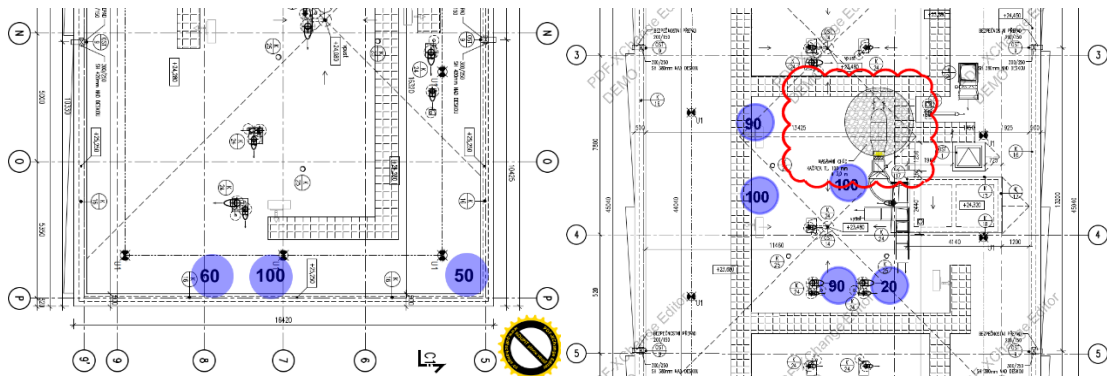
Dalším postupem při zjištěné vyšší míře vlhkosti pod vrstvou hydroizolace je upozornění zhotovitele střešní skladby na přítomnost vlhkosti. Zhotovitel by si měl riziková místa zkontrolovat a ujistit se o tom, že je vrstva hlavní hydroizolace na vyznačených místech správně provedena. I v případě zjištění správného provedení vrstvy hydroizolace by měl zhotovitel přistoupit k výměně asfaltových pásů horní hydroizolační vrstvy, a to alespoň na místech nejvyšších naměřených hodnot.

Výstupem měření impedančním defektoskopem by měla být vždy vlhkostní mapa se znázorněním lokace míst se zvýšenou mírou vlhkosti pod hydroizolací. Ve vyznačeném půdorysu by měly být také vyznačené naměřené hodnoty.

Na následujících obrázcích jsou vidět místa se zvýšenou mírou vlhkosti a hodnoty naměřené při práci s defektoskopem.



Obr. č. [55] Půdorysy střeš objektů C a A s vyznačením míst se zvýšenou mírou vlhkosti a naměřenými hodnotami (vlastní zpracování)



Obr. č. [56] V detailech půdorysy střeš objektů C a A s vyznačením míst se zvýšenou mírou vlhkosti a naměřenými hodnotami (vlastní zpracování)

9. Závěr

V této diplomové práci jsem se pokusil splnit stanovené cíle. Pomocí řešerše závazných a doporučených předpisů a směrnic jsem vytvořil podklad pro kontrolu návrhu a podklad pro kontrolu realizace hydroizolační konstrukce plochých střeš. Následně se mi v souladu s podkladem pro kontrolu návrhu podařilo posoudit konkrétní hydroizolační konstrukci na ploché střeše bytového domu v Praze.

Praktickou část diplomové práce jsem věnoval jedné z metod kontroly vodotěsnosti povlaku hydroizolace, a to impedanční defektoskopii. Pomocí této metody jsem byl schopen zkontrolovat přítomnost mechanických defektů a zvýšené míry vlhkosti na dvou plochých střešách bytových domů v Praze. Z obou měření jsem zpracoval přehledné vlhkostní mapy a výsledek měření jsem okomentoval.

Závěrem bych chtěl zmínit, že během tvorby této práce jsem měl možnost se s problematikou hydroizolačních konstrukcí plochých střeš dobře seznámit. Pravdou je, že téma povlakových hydroizolací plochých střeš je v současné době velmi spolehlivě a široce popsáno. Stále se ale setkáváme s případy návrhů i realizací těchto konstrukcí, které pozbývají i tu nejnižší kvalitu a jsou tak zdrojem problémů, jak na vztahu mezi účastníky procesu výstavby, tak na stavebním díle samotném.

Téma této diplomové práce jsem si vybral pro jeho důležitost v minulosti i v budoucnosti stavitelství, jak ve světě, tak u nás. Je potřeba, aby si byla odborná i neodborná veřejnost této problematiky vědoma a nebrala ji na lehkou váhu.

Seznam obrázků

Obr. č. [1] Plošné natavování asfaltového pásu pomocí ocelové trubky	str. 31
Obr. č. [2] Návrh sklonu povrchu krytiny ploché střešy	str. 48
Obr. č. [3] Nejvyšší navržená vzdálenost střešních vtoků	str. 48
Obr. č. [4] Vytažení parotěsného povlaku na svislý povrch	str. 49
Obr. č. [5] Vytažení povlaku hlavní hydroizolace na svislý povrch	str. 50
Obr. č. [6] Ukončení povlaku hydroizolace na prostupujících konstrukcích	str. 50
Obr. č. [7] Příklady tvarů prostupujících konstrukcí	str. 51
Obr. č. [8] Navrhovaný sklon atiky	str. 51
Obr. č. [9] Navržené rozháněcí klíny za nástavbou na ploché střeše	str. 52
Obr. č. [10] Z obrázku je patrný zvýšený povrch povlakové hydroizolace v okolí prostupů malého	str. 52
Obr. č. [11] Snížený povrch hydroizolačního povlaku v blízkosti střešních vtoků a navrhovaná	str. 53
výšková úroveň pro osazení vtoku	
Obr. č. [12] Demontovatelná a snadno přístupná mřížka proti průniku splavenin do kanalizace	str. 54
Obr. č. [13] Blízké umístění střešního vtoku prostupujícím konstrukcím, nikoliv však menší než 50	str. 54
Obr. č. [14] Parotěsná vrstva plnící též funkci provizorní hydroizolace vytažena výš než 80 mm	str. 55
Obr. č. [15] Obecný 3D model panelového domu VVÚ-ETA	str. 66
Obr. č. [16] Panelový dům VVÚ-ETA Praha – Stodůlky	str. 66
Obr. č. [17] Zhodnocení stavu a konstrukce střešy (vlastní fotodokumentace)	str. 68
Obr. č. [18] Zhodnocení stavu a konstrukce střešy (vlastní fotodokumentace)	str. 69
Obr. č. [19] Zhodnocení stavu a konstrukce střešy (vlastní fotodokumentace)	str. 69
Obr. č. [20] Kalibrace impedančního defektoskopu – pokládání mokrého ubrousku pod vzorek	str. 70
hydroizolace (vlastní fotodokumentace)	
Obr. č. [21] Měření míry vlhkosti v pravidelném rastru (vlastní fotodokumentace)	str. 70
Obr. č. [22] Defekty s detekovanou zvýšenou mírou vlhkosti (vlastní fotodokumentace)	str. 71
Obr. č. [23] Defekt s detekovanou zvýšenou mírou vlhkosti (vlastní fotodokumentace)	str. 71
Obr. č. [24] Vady zapříčiněné nesprávným svarem pásů hydroizolace bez naměřené zvýšené míry	str. 71
vlhkosti (vlastní fotodokumentace)	
Obr. č. [25] Vady zapříčiněné nesprávným svarem pásů hydroizolace (vlastní fotodokumentace)	str. 71
Obr. č. [26] Defekt způsobený proříznutím s detekovanou vlhkostí (vlastní fotodokumentace)	str. 72
Obr. č. [27] Nebezpečné kovové předměty nalezené při měření (vlastní fotodokumentace)	str. 72
Obr. č. [28] Detail místa, kde bylo odhaleno největší množství mechanických defektů a byly	str. 73
detekovány nejvyšší hodnoty vlhkosti (vlastní fotodokumentace)	
Obr. č. [29] Celkový půdorys střešy s vyznačenými místy, kde byla detekována zvýšená míra vlhkosti	str. 72
(vlastní fotodokumentace)	
Obr. č. [30] Kalibrace impedančního defektoskopu – pokládání mokrého ubrousku pod vzorek	str. 76
hydroizolace (vlastní fotodokumentace)	

<i>Obr. č. [31] Kalibrace impedančního defektoskopu – pořizování fotodokumentace provádění kalibrace (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 76</i>
<i>Obr. č. [32] Kalibrace impedančního defektoskopu – stav stupnice po nastavení citlivosti na ovládacím panelu (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 77</i>
<i>Obr. č. [33] Směr pojezdu defektoskopu na střešní krytině (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 78</i>
<i>Obr. č. [34] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 78</i>
<i>Obr. č. [35] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 78</i>
<i>Obr. č. [36] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „3“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 79</i>
<i>Obr. č. [37] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „4“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 79</i>
<i>Obr. č. [38] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „5“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 79</i>
<i>Obr. č. [39] Příklady míst, kam není možné zajet defektoskopem „6“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 80</i>
<i>Obr. č. [40] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 80</i>
<i>Obr. č. [41] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 81</i>
<i>Obr. č. [42] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „3“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 81</i>
<i>Obr. č. [43] Nalezena zvýšená míra vlhkosti pod hydroizolační vrstvou v rizikovém místě „4“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 82</i>
<i>Obr. č. [44] Obecné rizikové místo styku vodorovné a svislé vrstvy hydroizolačního povlaku „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 82</i>
<i>Obr. č. [45] Obecné rizikové místo styku vodorovné a svislé vrstvy hydroizolačního povlaku „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 82</i>
<i>Obr. č. [46] Optické znázornění výskytu větší míry vlhkosti na stupnici defektoskopu „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 83</i>
<i>Obr. č. [47] Optické znázornění výskytu větší míry vlhkosti na stupnici defektoskopu „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 83</i>
<i>Obr. č. [48] Ohledání místa s výskytem větší míry vlhkosti, zkouška těsnosti spojů asfaltových pásů – defekt nebyl nalezen (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 84</i>
<i>Obr. č. [49] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 84</i>
<i>Obr. č. [50] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 85</i>
<i>Obr. č. [51] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „3“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 85</i>
<i>Obr. č. [52] Vyznačení místa se zvýšenou mírou vlhkosti „4“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 85</i>
<i>Obr. č. [53] Fotodokumentace pro posouzení celkové kvality provedení vrstvy hydroizolace „1“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 86</i>
<i>Obr. č. [54] Fotodokumentace pro posouzení celkové kvality provedení vrstvy hydroizolace „2“ (vlastní fotodokumentace)</i>	<i>str. 86</i>

- Obr. č. [55] Půdorysy střech objektů C a A s vyznačením míst se zvýšenou mírou vlhkosti a naměřenými hodnotami (vlastní zpracování) str. 88**
- Obr. č. [56] V detailech půdorysy střech objektů C a A s vyznačením míst se zvýšenou mírou vlhkosti a naměřenými hodnotami (vlastní zpracování) str. 88**

Seznam použité literatury

- [1] Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti (leden 2018), [online], Dostupné z: <https://hydroizolacnispolecnost.cz/smernice>
- [2] Směrnice ČHIS 02: Výskyt kaluží na povlakových krytinách plochých střeš (září 2013), [online], Dostupné z: <https://hydroizolacnispolecnost.cz/smernice>
- [3] ČSN 73 1901-1 Navrhování střeš – Část 1: Základní ustanovení (říjen 2020), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [4] ČSN 73 1901-3 Navrhování střeš – Část 3: Střešy s povlakovými hydroizolacemi (říjen 2020), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [5] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení (listopad 2000), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [6] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Powlakové hydroizolace – Základní ustanovení (listopad 2000), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [7] ČSN 73 0605-1 Hydroizolace staveb – Powlakové hydroizolace – Požadavky na použití asfaltových pásů (červen 2014), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [8] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí (červen 2010), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [9] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (říjen 2011), [online], Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/zpravy.aspx>
- [10] KUTNAR Střešy s powlakovou hydroizolací, Skladby a detaily – leden 2021 konstrukční, technické a materiálové řešení, (leden 2021), [online], Dostupné z: <https://dekpartner.cz/vzdelavaci-centrum/projekcni-publikace/strechy-s-powlakovou-hydroizolaci>
- [11] Hydroizolace, Stavebniny DEK Asfaltové pásy, Montážní návod, Kolektiv pracovníků ATELIERU DEK (leden 2022), [online], Dostupné z: <https://dekpartner.cz/vzdelavaci-centrum/montazni-navody>
- [12] VESELÁ, Linda. Požární bezpečnost staveb, Střešní pláště (červen 2023)
- [13] Abeceda asfaltových izolací, Svaz výrobců asfaltových pásů v ČR (září 2019), [online], Dostupné z: <https://svaz-ap.cz/content/ke-stazeni/publikace>
- [14] Stanovisko SVAP: Technologie natavení asfaltových pásů, Svaz výrobců asfaltových pásů v ČR (září 2015), [online], Dostupné z: <https://docplayer.cz/17188919-Stanovisko-svap-technologie-nataveni-asfaltovych-pasu.html>
- [15] Stanovisko SVAP: Použití asfaltových pásů jako parozábrany v závislosti na jeho typu, použití a parametru faktoru difuzního odporu (červen 2022), [online], Dostupné z: <https://svaz-ap.cz/content/parozabrany>

[16] Lokalizace netěsností plochých střeš pomocí impedanční defektoskopie, [online],

Dostupné z: https://www.flo-lokalizace.cz/impedancni-defektoskopie-poruchy-strechy/?gad=1&gclid=CjwKCAjwseSoBhBXEiwA9iZtxg2-201EnV3bjFALxjRWvk9XZf9FMn4bpFN85ucNieF_GN3YPROYvRoCfq00AvD_BwE

[17] Ing. NOVOTNÝ, Marek, PhD. Impedanční defektoskopie versus ostatní defektoskopické metody, [online], Dostupné z: <https://www.awal.cz/impedancni-defektoskopie-versus-ostatni-defektoskopicke-metody/>

[18] Ing. MISAR, Ivan, PhD. Zkušenosti po roce zavedení impedanční defektoskopie a měření vlhkosti v ČR (13.01.2013), [online]. Dostupné z: <https://www.izolace.cz/clanky/zkusenosti-po-roce-zavedeni-impedancni-defektoskopie-a-mereni-vlhkosti-v-cr/>