



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Prověření možností a návrhy úprav střech na objektu ZČU
v Plzni na tzv. zelené střechy**

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Akademický rok: 2017/2018
Vypracovala: Bc. Klára Motejzíková
Vedoucí diplomové práce: Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára MOTEJZÍKOVÁ**

Osobní číslo: **A16N0112P**

Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Stavitelství**

Název tématu: **Prověření možností a návrhy úprav střech na objektech ZČU v Plzni na tzv. zelené střechy**

Zadávací katedra: **Katedra mechaniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod k tématu.
2. Rešerše o technickém a provozním řešení zelených střech.
3. Shromáždění podkladů, dokumentace a vytypování vhodných objektů.
4. Návrh úprav na vybraném objektu.
5. Opatření související s realizací a provádění vlastních úprav.
6. Vyhodnocení možnosti použití zelených střech na objektech ZČU na Borských polích.

Rozsah grafických prací: **projekt sestávající z výkresů a textových zpráv**
Rozsah kvalifikační práce: **80 stran A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Skripta a přednášky z předmětu Stavitelství a RS včetně citované studijní literatury.
2. Stavební zákon 183/2006 a jeho novelizace, související vyhlášky (vč.OTP 268/2009).
3. Vyhláška o dokumentaci staveb 499/2006, 62/2013.
4. Platné normy - pro konstrukci řady ČSN EN 1990,1991, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, pro tepelnou ochranu budov ČSN 730540, pro akustiku ČSN 730532, střechy ČSN 731901.
5. Podklady výrobců materiálů pro ploché střechy (Dektrade apod.).

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**
Katedra mechaniky

Datum zadání diplomové práce: **3. července 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **5. ledna 2018**

Radová

Doc. Dr. Ing. Vlasta Radová
děkanka



V. Laš

Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 3. července 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Prověření možností a návrhy úprav střech na objektu ZČU v Plzni na tzv. zelené střechy zpracovala samostatně. Pouze pod odborným vedením pana Ing. Ludka Vejvary, Ph.D., za použití projektové dokumentace nové budovy Západočeské univerzity v Plzni: Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS, kterou mi poskytl zaměstnanec Západočeské univerzity pan Ing. Tomáš Linda a za použití dalších literárních a informačních pramenů, které cituji a jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Dobřanech dne

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především panu Ing. Ludku Vejvarovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc, za cenné rady a za čas, který mi během konzultací věnoval. Velice si ho vážím především za jeho osobní přístup, trpělivost, vstřícnost a v neposlední řadě za jeho odborné znalosti.

Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Tomášovi Lindovi za poskytnutou projektovou dokumentaci nové budovy Západočeské univerzity v Plzni: Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS. Panu Ing. Arch. Jiřímu Oplovi a Ing. Janovi Valkovi za poskytnutou konzultaci ohledně nové budovy Západočeské univerzity.

Také bych chtěla poděkovat všem vyučujícím z oddělení stavebního inženýrství za informace a rady, které jsem během svého studia získala.

Nesmím zapomenout poděkovat mé rodině a přátelům, především za psychickou a finanční podporu, kterou mi poskytovali během celého mého dlouhého studia.

Textová část diplomové práce je ještě doplněna Výkresovou částí a Přílohou, která obsahuje tepelně-technické posouzení skladeb vybraných střech.

Anotace

Tématem mé diplomové práce je: Prověření možností a návrhy úprav střech na objektu ZČU v Plzni na tzv. zelené střechy. Mým úkolem je vysvětlit, co znamená pojem zelená (vegetační) střecha. Jaké má přednosti, jednotlivé vrstvy a jaké jsou vhodné materiály pro použití do skladby zelených střech. V další části se zabývám možnou aplikací zelených střech na novou budovu Západočeské univerzity v Plzni. Jedná se o budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS, Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3. Součástí diplomové práce je příslušná projektová dokumentace.

Návrh je proveden dle platných norem ČSN EN. Výkresová část byla provedena v programu BricsCad 2016.

Klíčová slova:

Zelená střecha, vegetační střecha, vegetace, substrát, separační vrstva, drenážní vrstva, hydroizolace, plochá střecha

Annotation

The theme of my diploma thesis is: Examination of the possibilities and proposals of roof modifications at the ZČU in Plzeň on so-called green roofs. My task is to explain what the concept of the green (vegetation) roof is. What are the advantages, the individual layers and what are the appropriate materials for use in the composition of green roofs. In the next part I deal with the possible application of green roofs to the new building of the West Bohemian University in Pilsen. It is a building of the Faculty of Applied Sciences and Research Center NTIS, Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3. The parts of the diploma thesis are the relevant project documentation.

The design is carried out according to valid standards ČSN EN. The drawing was done in BricsCad 2016.

Key words:

Green roof, vegetation roof, vegetation, substrate, separation layer, drainage layer, waterproofing, flat roof

Obsah

Úvod.....	9
Zelená střecha.....	10
1. Porovnání zatížení různých typů plochých střech	10
2. Historie zelených (vegetačních) střech	15
3. Vlastnosti zelených střech	17
3.1. Zadržování vody, regulace odtoku srážkové vody.....	17
3.2. Tepelně-izolační vlastnosti v létě	17
3.3. Tepelně-izolační vlastnosti v zimě	18
3.4. Zvukově-izolační vlastnosti	18
3.5. Požární odolnost.....	19
3.6. Ekonomické vlastnosti	19
3.7. Estetické a ekologické vlastnosti.....	19
4. Jednotlivé vrstvy zelené střechy	19
4.1. Vegetace	20
4.2. Substrát	20
4.3. Hydroakumulační vrstva	22
4.4. Filtrační (separační) vrstva	22
4.5. Drenážní vrstva.....	22
4.6. Ochranná vrstva hydroizolace (separační).....	23
4.7. Hydroizolace	24
4.8. Tepelná izolace.....	25
4.9. Parotěsnicí vrstva	28
4.10. Nosná konstrukce stropu.....	29
5. Vliv vrstev zelené střechy na nosnou konstrukci a funkci střechy.....	29
5.1. Vliv na nosnou konstrukci stropu	29
5.2. Vliv na tepelnou techniku	32
5.3. Vliv na odvodňovací systém.....	32
Popis budovy NTIS a CTPVV	35
1. Popsání jednotlivých střešních konstrukcí.....	39
1.1. Střešní konstrukce č. 1	39
1.2. Střešní konstrukce č. 2	40
1.3. Střešní konstrukce č. 3	42
1.4. Střešní konstrukce č. 4	43
1.5. Střešní konstrukce č. 5	44
1.6. Střešní konstrukce č. 6	45
1.7. Střešní konstrukce č. 7	46

1.8.	Střešní konstrukce č. 8	48
1.9.	Střešní konstrukce č. 9	49
1.10.	Střešní konstrukce č. 10	50
1.11.	Střešní konstrukce č. 11	51
1.12.	Střešní konstrukce č. 12	52
1.13.	Střešní konstrukce č. 13	53
1.14.	Střešní konstrukce č. 14	54
1.15.	Střešní konstrukce č. 15	55
1.16.	Střešní konstrukce č. 16	56
1.17.	Střešní konstrukce č. 17	57
1.18.	Střešní konstrukce č. 18, 19, 20 a 21	58
1.19.	Střešní konstrukce č. 22	60
1.20.	Střešní konstrukce č. 23	61
1.21.	Střešní konstrukce č. 24	64
1.22.	Střešní konstrukce č. 25	65
2.	Zjištění úniku tepla střešními konstrukcemi č. 10, 14 a 16	66
2.1.	Zjištění úniku tepla ze střechy č. 10	68
2.2.	Zjištění úniku tepla ze střechy č. 14	69
2.3.	Zjištění úniku tepla ze střechy č. 16	70
	Výběr střešních konstrukcí pro předělání jejich skladeb na střechy zelené	70
1.	Střešní konstrukce č. 1	72
1.1.	Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	75
1.2.	Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie	79
1.3.	Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy	82
2.	Střešní konstrukce č. 2b	84
2.1.	Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	87
2.2.	Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie	88
2.3.	Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy	90
3.	Střešní konstrukce č. 5, 6 a 9	91
3.1.	Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	95
3.2.	Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie	100
3.3.	Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy	102
4.	Střešní konstrukce č. 15 a 16	106
4.1.	Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů	110
4.2.	Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie	112
4.3.	Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy	114
	Rostliny vhodné pro extenzivní zelení střechou	118

Shrnutí	119
1. Střecha č. 1a a 1b	121
2. Střecha č. 2b	123
3. Střecha č. 5, 6 ,9, 15 a 16	125
Pohled na budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS.....	127
Seznam použitých zdrojů	131
Literatura	131
Internetové zdroje	131
Software	131
Seznam použitých obrázků	131
Seznam tabulek.....	134

Příloha č. 1 - Protokol tepelně-technického posouzení vybraných skladeb střech

Výkresová část

Úvod

Výběr tématu byl poměrně snadný. Jsem ráda za možnost vypracování tématu, které mne zajímá, baví a s čím bych se mohla v mé budoucí profesní kariéře setkat. Moje práce ze začátku popisuje, co je zelená střecha, její historický vývoj, jaké má jednotlivé vrstvy, význam jednotlivých vrstev a jaký materiál je na ně vhodný použít. Po seznámení se zelenými střechami jsem se začala zabývat novou budovou Západočeské univerzity v Plzni, jedná se o budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS. Objekt se nachází na adrese Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3.

Budovu jsem si celou prošla a nafotila veškeré střešní konstrukce, které se na objektu nacházejí. Fotografie jsem použila do diplomové práce a každou stropní konstrukci jsem popsala včetně jejich skladeb, které jsem získala z projektové dokumentace.

Po vypsání veškerých střech jsem si vybrala takové, které jsou vhodné pro realizaci zelených střech. Ty jsem pak podrobněji popsala a vytvořila několik možných variant, jak lze střechy přebudovat. Z těchto variant jsem si pro každou vybranou střechu vybrala jednu variantu, která byla nejvhodnější pro její realizaci.

V závěru jsem ještě svoji práci doplnila o fotografie rostlin, které jsou vhodné pro zelenou střechu s extenzivní zelení, jelikož vešker vybrané varianty, vzhledem k malé dimenzaci stropní konstrukce, jsou koncipovány jako zelené střechy s extenzivní zelení s tloušťkou substrátu od 100 mm do 200 mm.

Zelená střecha

Zelená nebo také vegetační střecha je střecha, která je částečně nebo zcela pokrytá substrátem s vegetací. Lze ji aplikovat na ploché střechy, které mají sklon vnějšího povrchu $\alpha \leq 5^\circ$ (8,75%), a také na šikmé střechy. Šikmé vegetační střechy se dále dělí do dvou skupin, a to na šikmé vegetační střechy s vnějším sklonem 5° (8,75%) $\leq \alpha \leq 15^\circ$ (26,8%), které lze realizovat bez zábran proti sesuvu substrátu a na střechy s vnějším sklonem 15° (26,8%) $\leq \alpha \leq 45^\circ$ (100%), které musí mít substrát zajištěn proti sesuvu.

Střechy se dělí také podle tloušťky substrátu na střechy intenzivní, polointenzivní a extenzivní. Extenzivní zeleň se také označuje jako bezúdržbová a je vhodná především na nepochozí (neměla bys to vysvětlit?) střechy. Má tloušťku substrátu cca 30-150 mm a plošnou hmotnost v nasyceném stavu cca 60-170 kg/m². Lze ji aplikovat na střechy ploché, kde by minimální sklon měl být alespoň 2 % a to z důvodu toho, aby nevznikaly prohlubně s lokálním hromaděním vody, tak také na střechy šikmé. Jedná se o nenáročnou vegetaci, která musí umět snášet extrémní podmínky např. dlouhodobé sucho, ale i krátkodobé přemokření substrátu. Vhodné jsou tedy rostliny, které jsou odolné proti větru, mezi které patří tučnolisté rostliny, suchomilné rostliny a skalničky.

Polointenzivní zeleň má tloušťku substrátu 150-300 mm a plošnou hmotnost v nasyceném stavu cca 120-300 kg/m². Realizuje se na plochých pochozích střechách a díky větší tloušťce substrátu se pěstují zejména trvalky a nízké keře.

Intenzivní zeleň má tloušťku substrátu min. 300 mm a plošnou hmotnost v nasyceném stavu min. 350 kg/m². Lze ji přirovnat ke klasické zahradě se stromy, keři a rostlinami. Proto taková střecha potřebuje stálou péči a údržbu, jako zahrada před domem. Z toho vyplývá, že se realizuje pouze na plochých pochozích střechách.

1. Porovnání zatížení různých typů plochých střech

Tloušťka tepelné izolace je volena pro splnění doporučeného součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov.

Dle zatížení plochých střech vyšla jako nejlehčí skladba plochá střecha s hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie a jako nejtěžší vyšla plochá střecha vegetační s intenzivní zelení.

Jednotlivé skladby a výpočty jsou uvedeny v Tabulkách 2-7. V Tabulce 1 je uvedeno porovnání jednotlivých výsledků.

Tabulka 1 Porovnání zatížení dle typu ploché střechy

Název	g_D [kN/m ²]
Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie (Tabulka 2)	0,185
Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů (Tabulka 3)	0,299
Plochá střecha přitížená kamenivem (Tabulka 4)	3,155
Plochá střecha – terasa s betonovou dlažbou na podložkách (Tabulka 5)	1,341
Zelená střecha s extenzivní zelení (Tabulka 6)	1,337
Zelená střecha s intenzivní zelení (Tabulka 7)	5,787

Tabulka 2 Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Hydroizolační PVC-P fólie	0,0015	1400	14	0,021	1,35	0,028
Ochranná separační textilie	-					
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,24	25	0,25	0,06		0,081
Parotěsnící vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				0,137		0,185

Tabulka 3 Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Vrchní SBS modifikovaný asfaltový pás s břidličným posypem	0,0045	1400	14	0,063	1,35	0,085
Spodní samolepící SBS modifikovaný asfaltový pás	0,003	1400	14	0,042		0,057
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,24	25	0,25	0,06		0,081
Parotěsnící vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				0,221		0,299

Tabulka 4 Plochá střecha přitížená kamenivem

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Prané říční kamenivo frakce 16-32 mm	0,1	2200	22	2,2	1,35	2,97
Ochranná textilie	-					
Hydroizolační PVC-P fólie	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Separací textilie	-					
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,24	25	0,25	0,06		0,081
Parotěsnící vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				2,337		3,155

Tabulka 5 Plochá střecha – terasa s betonovou dlažbou na podložkách

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Dlažba na podložkách	0,035	2200	22	0,77	1,35	1,04
Přířez asfaltového pásu	0,0045					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s břidličným posypem	0,0045	1400	14	0,063		0,085
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 150 S*	0,22	28	0,28	0,061		0,083
Parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				0,992		1,341

* Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o plochou střechu pochozí, kde je kladen větší důraz na zatížení (užitné zatížení + vlastní skladba střechy) je za potřebí zvolit tepelnou izolaci s větší odolností v tlaku.

Tabulka 6 Zelená střecha s extenzivní zelení

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,08	630	6,3	0,504	1,35	0,68
Filtrační vrstva	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,074		0,100
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 150 S*	0,22	28	0,28	0,061		0,083
Parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				0,989		1,337

* Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o plochou střechu pochozí, kde je kladen větší důraz na zatížení (užitné zatížení + vlastní skladba střechy) je za potřebí zvolit tepelnou izolaci s větší odolností v tlaku.

Tabulka 7 Zelená střecha s intenzivní zelení

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro intenzivní zeleň	0,4	950	9,5	3,8	1,35	5,13
Filtrační vrstva	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,074		0,100
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Tepelná izolace z pěnového polystyrenu EPS 150 S*	0,22	28	0,28	0,061		0,083
Parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Asfaltová emulze, přípravný nátěr podkladu	-					
Celkem				4,285		5,787

* Vzhledem k tomu, že se v tomto případě jedná o plochou střechu pochozí, kde je kladen větší důraz na zatížení (užitné zatížení + vlastní skladba střechy) je za potřebí zvolit tepelnou izolaci s větší odolností v tlaku.

Pro výpočet zatížení na stropní konstrukci od ploché střechy je také velmi důležité užitné zatížení. Mezi užitná zatížení patří zatížení osobami, vybavení budov a vozidla do tíhy 160 kN. Podle účelu používání pozemních staveb jsou rozděleny stropní a střešní konstrukce do několika kategorií užitných ploch A až K¹. V následující Tabulce 8 jsou uvedeny kategorie zatěžovacích ploch a jejich zatížení.

¹ Milan Holický, Jana Marková, Miroslav Sýkora: Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Vyd. 1. Praha, 2010, 132 s., ISBN 978-80-87093-4, str. 13

Tabulka 8 Užité kategorie

[Vypsáno z knihy: Milan Holický, Jana Marková, Miroslav Sýkora: Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Vyd. 1. Praha, 2010, 132 s., ISBN 978-80-87093-4, str. 13-16]

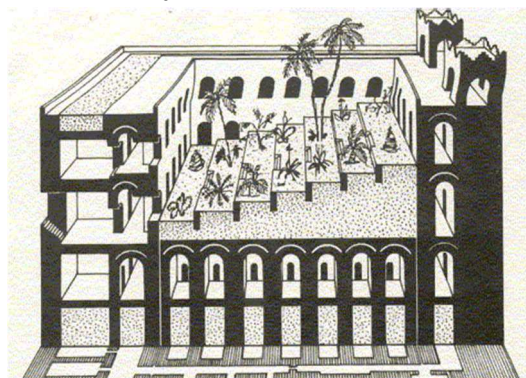
Kategorie	Použití	Popis	g_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	
A	Obytné plochy a plochy pro domácí činnosti	Místnosti obytných budov a domů; lůžkové pokoje a čekárny v nemocnicích; ložnice hotelů a ubytoven, kuchyně a toalety	Stropní konstrukce	1,5	2,0
			Schodiště	3,0	2,0
			Balkóny	3,0	2,0
B	Kancelářské plochy		2,5	4,0	
C	Plochy, kde může docházet ke shromažďování (mimo A, B, D)	C1: Plochy se stoly, plochy ve školách, kavárnách, restauracích atd.		3,0	3,0
		C2: Plochy se zabudovanými sedadly, např. v kostelech, divadlech, kinech, konferenčních sálech atd.		4,0	4,0
		C3: Plochy bez překážek pro pohyb osob, např. muzea, výstavní síně, přístupové plochy v nemocnicích,		5,0	4,0
		C4: Plochy určené k pohybovým aktivitám (taneční sály, jeviště,		5,0	7,0
		C5: Plochy s vysokou koncentrací lidí (koncertní síně, sportovní haly, tribuny		5,0	4,5
D	Obchodní plochy	D1: Plochy v malých obchodech		5,0	5,0
		D2: Plochy v obchodních domech		5,0	7,0
E	Plochy pro skladování a průmysl	E1: Plochy, kde může dojít k hromadění zboží, včetně přístupových ploch (včetně knihoven a archivů)		7,5	7,0
		E2: Průmyslová činnost		individuální	individuální
F	Dopravní a parkovací plochy pro vozidla ≤ 30 kN	Parkovací plochy a garáže		2,5	20
G	Dopravní a parkovací plochy pro vozidla 30 - 160 kN	Přístupové cesty, zásobovací oblasti, zóny pro požární mobilní techniku		5,0	120
H	Střechy nepřístupné s výjimkou údržby a oprav			0,75	1,0
I	Střechy přístupné, s užíváním podle kategorií A až D			viz A až D	viz A až D
K	Střechy přístupné pro zvláštní provoz (přistávání vrtulníků)			individuální	individuální

2. Historie zelených (vegetačních) střech

V historii se vegetace na střechách používala zcela běžně. Zelené střechy vznikaly především z praktických důvodů jako ochrana před klimatickými podmínkami. Mezi nejstarší patří Visuté zahrady Semiramidiny nazývané také Visuté zahrady Babylonské (Obrázek 1), které byly vystavěny v Babyloně v Mezopotámii (dnešní Irák). Zahrady patří mezi sedm divů světa. Dle legendy si je nechala postavit královna Semiramis. Bylo zjištěno, že stavba je novějšího původu a to z 6. století př. n. l., z doby vlády krále Nabukadnesara II. Jednalo se o visuté zahrady, které byly postaveny na terasách paláce (Obrázek 2), střecha měla vlastní zavlažovací systém, který trvale zajišťoval vegetaci dostatek vláhy.



Obrázek 1 Visuté zahrady Semiramidiny
[<http://antiquus.blog.cz/0712/visute-zahrady-semiramidiny>]



Obrázek 2 Visuté zahrady Semiramidiny
[<http://antiquus.blog.cz/0712/visute-zahrady-semiramidiny>]

Další případy zelených střech se objevily v antickém Řecku a Římě, kde zelená střecha byla součástí každého patricijského domu a paláce. Odtud se rozšířila po celé Jižní Evropě.

Zelené střechy vznikaly také na Severu (Kanada, USA, Skandinávie, ...). Tam šlo spíše o střechy šikmé, které byly zatravněné, např. sod house, kde horní vrstva střechy byla tvořena pomocí rašelinových koberců (Obrázek 3).



Obrázek 3 Sod house
[https://en.wikipedia.org/wiki/Sod_house]

V polovině 19. století začala výstavba zelených střech v Německu v Berlíně na vícepodlažních domovních blocích. V České republice se s výstavbou zelených střech začalo až v polovině 19. století. Mezi nejstarší případy patří zámek v Lipníku nad Bečvou. Zámek byl postaven na začátku 17. století jako renesanční a v 60. letech 19. století došlo k rekonstrukci do novoklasicistní podoby. Autorem byl Josef Žák, který upravil terasu, na střeše bývalých stájí západního dvorního křídla, na zelenou střechu (Obrázek 4).



Obrázek 4 Zelené střecha zámku v Libníku nad Bečvou
[https://www.asb-portal.cz/buxus/generate_page.php?page_id=43574]

Jako další stavbu se zelenou střechou mohou uvést zámek Konopiště (Obrázek 5). Zámek byl založen pražským biskupem Tobiášem z Benešova podle vzoru francouzských gotických pevností roku 1294. V roce 1734 byl přestavěn tehdejší skleník na dnešní oranžérii, díky jejíž střeše se prodloužila terasa až k jižnímu průčelí. Terasa byla později zatravněna a začala sloužit jako zelená střecha. V letech 1970-1974 došlo k rekonstrukci terasy z důvodu pronikání vody na stropní konstrukci tvořenou klenbami.



Obrázek 5 Pohled na zelenou střechu zámku Konopiště
[<https://www.bellevuehotelkarlov.cz/lokality-pro-obrad>]

Mezi novější stavby se zelenou střechou u nás v České republice patří Kulturní a obchodní centrum Nový Smíchov, zkráceně KOC Nový Smíchov (Obrázek 6). Střešní plášť této velkokapacitní budovy byl vyhotoven roku 2001. Celková plocha komplexu čítá 40 000 m², z čehož je více než 24 000 m² ozeleněno. Řešení je výjimečné i tím, že zde byla ozeleněna i část střechy o sklonu 58°. Na střeše je zrealizovaná část zeleně jako extenzivní a část jako intenzivní. Bylo použito celkem 19 typů skladeb zelené střechy.²



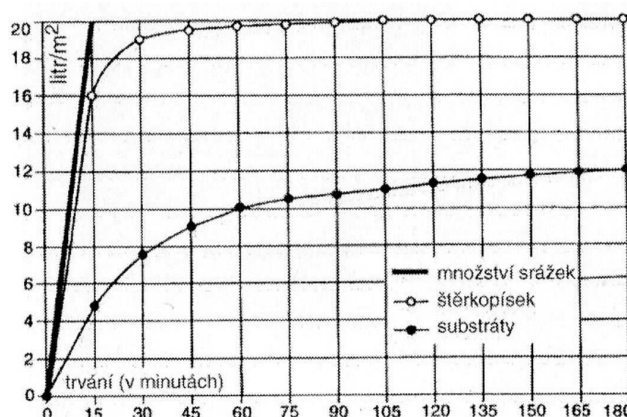
Obrázek 6 Pohled na ozeleněný plášť se sklonem 58°
[<http://stavba.tzb-info.cz/strechy/7708-stresni-zelen-na-strme-sikme-plose-jako-prirodni-prostor-ve-meste>]

² Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 20

3. Vlastnosti zelených střech

3.1. Zadržování vody, regulace odtoku srážkové vody

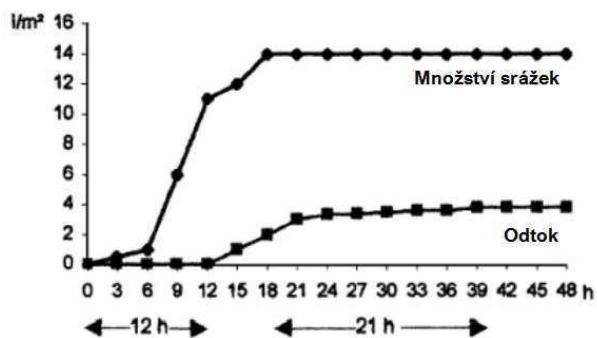
Mezi hlavní funkce střechy patří odtok dešťové vody. Ze zelené střechy, která má zeminu tloušťky 100 mm, odtéká pouze 30 % srážek. Zbytek srážek zadrží substrát zeminy a je následně odpařen nebo pohlcen vegetací. Díky tomu se mohou dělat vtoky s menší dimenzí kanalizačního systému. Na následujícím obrázku (Obrázek 7) je vidět, že při intenzitě deště 20 l/m² za 15 minut, odteče ze zelené střechy, která substrát o tloušťce 100 mm pouze 5 l/m². Zatím co u ploché střechy, která je přitížená štěrskem, odteče 16 l/m².



Obrázek 7 Odtok deště z ploché střechy

[Gernot Minke: Zelené střechy, Vyd. 1. české, Ostrava, 2001, 96 s., ISBN 80-86167-17-8, str. 15]

Důležitá je i schopnost zeminy zadržet srážkovou vodu a způsobit tak zpomalení odtoku dešťové vody. Na následujícím obrázku (Obrázek 8) je znázorněn odtok vody ze zelené střechy o tloušťce zeminy 120 mm, sklonu 12°, po 18 hodinách trvajícím dešti.



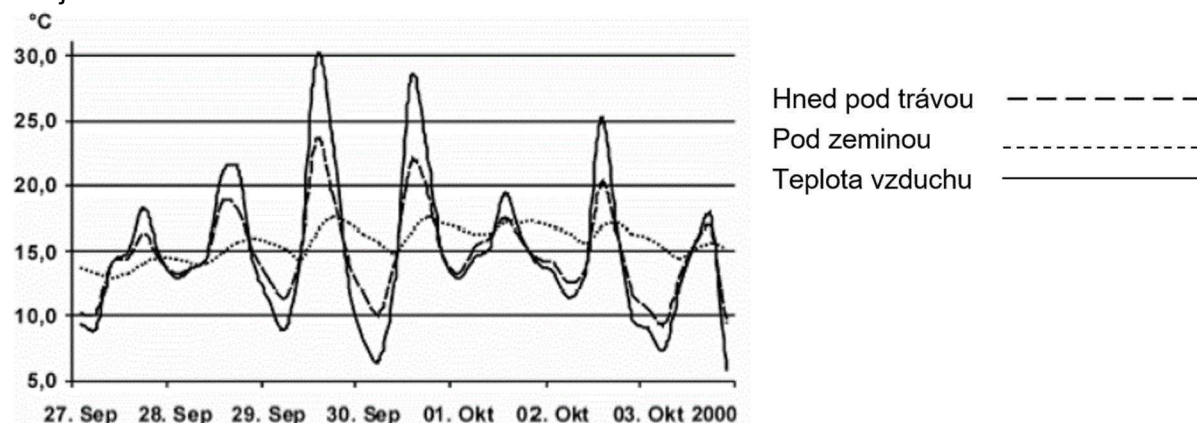
Obrázek 8 Množství srážek a odtoku vody v Kasselu, Německo

[<http://stavba.tzb-info.cz/strechy/4874-sikme-zelene-strechy-ekologicke-a-ekonomicke-vyhody-pasivni-vytapeci-a-chladici-efekt>]

3.2. Tepelně-izolační vlastnosti v létě

Průběh teplot z vnějšího prostředí do interiéru je díky vegetaci na zelené střeše redukován až o 90 %. Díky německému testu bylo zjištěno, že při vnějších teplotách vzduchu 35° je teplota spodní strany střechy okolo 25°. Tento chladící jev je vyvolán díky tomu, že mezi rostlinou a prostředím dochází k výměně tepelné energie, 70–90 % této energie je rostlinou přijato k transpiraci – rostliny vypařují vodní páru a v letních dnech prostředí ochlazují. Chladící jev je vyvolán také díky stínicímu efektu vegetace, odrážení slunečních paprsků a tvorbou fotosyntézy.

Na následujícím obrázku (Obrázku 9) je znázorněn průběh teplot ve vrstvách zelené střechy (tl. substrátu 160 mm) v Německu v Kasselu. Měření proběhlo na podzim od 27. září do 3. října 2000.



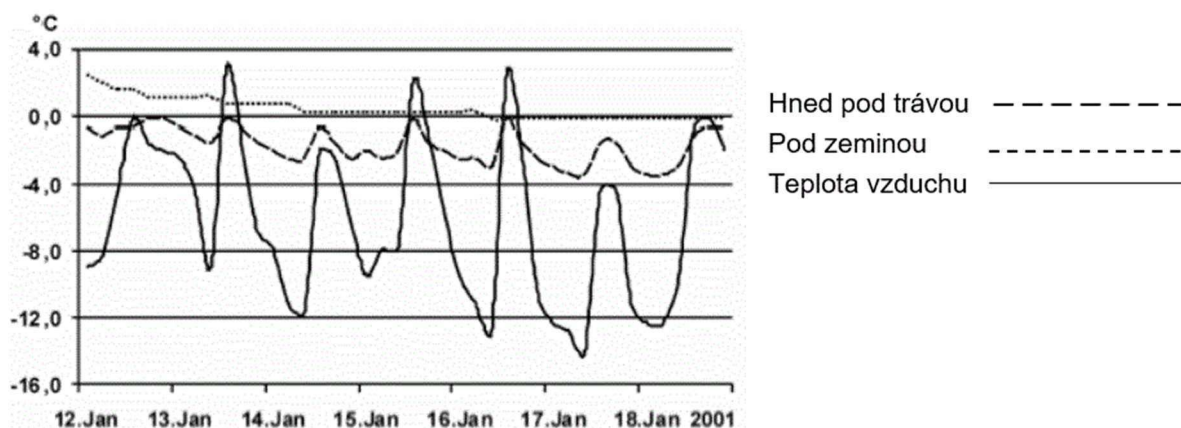
Obrázek 9 Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během podzimu

[<http://stavba.tzb-info.cz/strechy/4874-sikme-zelene-strechy-ekologicke-a-ekonomicke-vyhody-pasivni-vytapeci-a-chladici-efekt>]

3.3. Tepelně-izolační vlastnosti v zimě

Transpirace, o které jsem psala v kapitole 2.1.1., sice v letních teplých dnech prostředí ochlazuje, ale v zimě a v noci rostliny naopak produkují teplo. Vegetace na střeše se navíc dá přirovnat ke kožichu zvířete, čím je vegetace hustší, tím je izolační schopnost větší. Způsobuje to především vrstva vzduchu ve vegetaci a také fakt, že díky vegetaci nemůže studený vítr pronikat k zemině. Vegetace nepropouští tolik chladu a zvyšuje tepelněizolační schopnosti střechy.

Na následujícím obrázku (Obrázku 10) je znázorněn průběh teplot ve vrstvách zelené střechy (tl. substrátu 160 mm) v Německu v Kasselu. Měření proběhlo v zimě od 12. ledna do 18. ledna 2001.



Obrázek 10 Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během zimy

[<http://stavba.tzb-info.cz/strechy/4874-sikme-zelene-strechy-ekologicke-a-ekonomicke-vyhody-pasivni-vytapeci-a-chladici-efekt>]

3.4. Zvukově-izolační vlastnosti

Rostliny redukuje zvuk absorpcí, reflexí (odrazem) a deflexí (rozptylem), jsou ovšem schopny pohltit hluk jen 2-3 dB. Důležitá u zelené střechy je vrstva zeminy, která snižuje prostup hluku o 40 dB při tloušťce substrátu 120 mm a 46 dB při tloušťce substrátu 200 mm.

3.5. Požární odolnost

Zelené střechy jsou hodnoceny jako tvrdé střechy a nevyžadují žádná speciální protipožární opatření. Intenzivní zeleň je považována za tvrdou krytinu. Extenzivní zeleň je kvalifikována jako tvrdá střecha tehdy, když substrát je silný minimálně 30 mm a obsahuje méně než 20 % organických látek. Před okny, dveřmi a střešními prostupy musí být pás min. 500 mm šterku nebo dlažby.³

3.6. Ekonomické vlastnosti

Zelené střechy prodlužují životnost jednotlivých vrstev střechy. Chrání hlavní hydroizolační vrstvu před UV zářením, před vysokými teplotami a před extrémními povětrnostními podmínkami (silný vítr, kroupy, ...).

3.7. Estetické a ekologické vlastnosti

Ve městech je horší vzduch než na venkově, což je způsobeno auty a větším počtem bytů a domů s topnými zařízeními, které spotřebovávají více kyslíku, a naopak vypouštějí více škodlivin.

Města vykazují vyšší teplotu než vesnice, je to způsobeno budovy, silnicemi z betonu a asfaltu, které absorbují přes den obrovské množství tepla. Proto je teplota ve městě až o 5 °C vyšší než například v lese. Díky tomu rostou náklady na chlazení budov. Teplý vzduch navíc zvedá ze země částice nečistot a škodlivin, které dýcháme.

Zeleň obecně redukuje tyto jevy. Základem je schopnost zeleně odpařovat vodu a tím chladit okolní prostředí. Proto je snaha dostat zeleň zpátky do měst, a to i pomocí zelených střech.

Zelená střecha ve městě umožňuje jejím uživatelům pěstování vlastní zeleniny a slouží k rekreaci.

4. Jednotlivé vrstvy zelené střechy

Střešní plášť ploché střechy se obecně skládá z mnoha vrstev. Ať už se jedná o střechu vegetační, pochozí s terasou nebo nepochozí. Vrstvy na zelené střeše lze rozdělit do dvou skupin, a to na souvrství vegetační a na souvrství střešního pláště (Obrázek 11).

Ze strany exteriéru:

Souvrství vegetační:

vegetace (rostliny),
substrát,
hydroakumulační vrstva,
filtrační (separační) vrstva,
drenážní vrstva.

Souvrství střešního pláště:

ochranná vrstva hydroizolace,
hydroizolační vrstva,
tepelná izolace,
parozábrana,
nosná konstrukce stropu.



Obrázek 11 Jednotlivé vrstvy zelené střechy

[<https://www.imao.sk/imao-novinky/4-news/135-zelena-strecha-fotovoltaicke-panely-stresny-system>]

³ Gernot Minke: Zelené střechy, Vyd. 1. české, Ostrava, 2001, 96 s., ISBN 80-86167-17-8, str. 30

4.1. Vegetace

Pro výběr vhodných rostlin pro vegetační střechu je rozhodující spousta faktorů. Jako na příklad: tloušťka substrátu a jeho schopnost absorbovat vodu, sklon střechy, klimatické podmínky (působení větru, množství srážkové vody, ...), expozice střechy vůči světovým stranám, zda se jedná o zateplený nebo nezateplený objekt.

4.2. Substrát

Substrát zajišťuje zeleni prostor pro růst kořenů. Kořeny rostlinu stabilizují a předávají rostlině vláhu, živiny a vzduch. Důležité je jakou vegetaci chceme na střeše pěstovat a poté podle toho vybrat vhodný substrát. U substrátu záleží na jeho složení a na jeho tloušťce. Substráty se od sebe liší objemovou hmotností a propustností vody (nesmí být málo propustný, aby nevznikaly kaluže).

Substrát musí být sterilní. Nesmí obsahovat semena plevelů. Sterilitu lze dosáhnout propařením horkou vodou nebo chemickým ošetřením.

Substrát se dá rozdělit dle chemicko-fyzikálních vlastností na složku plynnou, kapalnou a pevnou. Pevná složka se skládá z látek:

organických, humus (rašelina) – zajišťuje výživu rostlin,

organicko-minerálních (průmyslové odpady),

minerálních, anorganických látek (jíl, bentonit, zeolit, ...) – provzdušňuje substrát a zadržuje vodu. Objem vzduchu, při plně nasyceném substrátu vodou, by měl být alespoň 10 %.

Nejmenší množství humusu má extenzivní zeleně. Substrát bohatý na organické látky způsobí, že porost na extenzivní střeše bude přerostlý, a díky tomu náchylný na vítr. Vítr zapříčiní uschnutí rostlin a vytvoří na povrchu střechy hustou vrstvu, kterou nové rostliny nemohou proniknout k substrátu. A proto by extenzivní zeleň měla mít v substrátu obsah minerálních látek max. 15 %. U intenzivní zeleně je obsah minerálních látek v substrátu až 70 %. V takovém případě ale hrozí odvanutí substrátu, a proto takovou skladbu zelené střechy lze realizovat pouze na střeše, která nebude příliš vystavena působení větru.

V následujících tabulkách (Tabulka 9 a Tabulka 10) jsou porovnány vlastnosti a tloušťky substrátu.

Tabulka 9 Požadované vlastnosti substrátu dle typu zeleně

[Vypsáno z elektronické knihy: Dektrade a.s.: Vegetační střechy a střešní zahrady, Vyd. 2. Dektrade a.s., únor 2009, 72 s., ISBN 978-80-87215-05-0, str. 15]

Vlastnosti substrátu	Suchomilná zeleň	Ostatní zeleň
Maximální vodní kapacita	35 %	45 %
Obsah vzduchu	25 %	20 %
pH	6,5-9,5	5,5-8,0
Obsah solí	≤ 3,5 g/l	≤ 2,5 g/l

Tabulka 10 Mocnost substrátové vrstvy v návaznosti na typ střechy a zeleně

[Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 72]

Vegetační směs	Mocnost substrátové vrstvy v návaznosti na typ střechy [mm]	
	Plochá střecha	Šikmá střecha
Rozchodníky a mechy	30-50	30-50
Rozchodníky, mechy a byliny	50-80	50-100
Rozchodníky, byliny a traviny	80-120	100-140
Traviny a byliny	120-160	140-180

Stabilizační vrstva substrátu

Stabilizační vrstva zajišťuje substrát proti sesuvu. Závisí na sklonu a délce střechy, na druhu substrátu a na prokořenění substrátu rostlinami.

Substrát se musí stabilizovat nejen u šikmé střechy, ale i u plochých střech, a to kvůli větru. U plochých střech se vrstvy chrání přitížením. Povrch se může pokrýt těžším materiálem, který vítr neodvane.

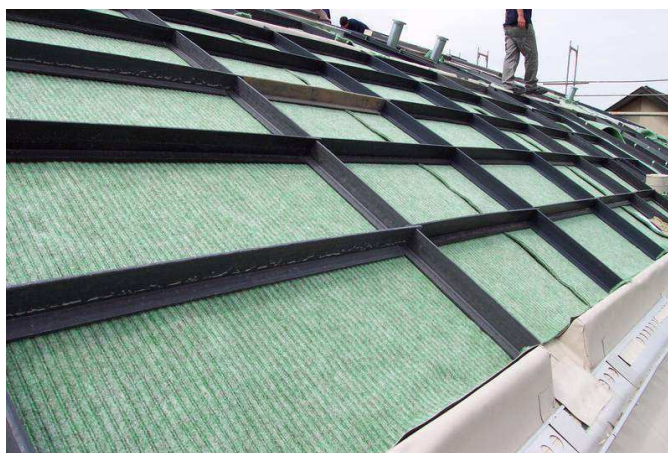
Ochrana povrchu může být dočasná (než rostliny svými kořeny substrát stabilizují) nebo trvalá (tam, kde je zatížení větru zvýšené). Soudržnost substrátu také roste s obsahem minerálních složek. Šikmé střechy se sklonem nad 15° se musí vždy stabilizovat proti sesuvu substrátu.

Stabilizační vrstva zajišťuje substrát proti sesuvu. Závisí na sklonu a délce střechy, na druhu substrátu a na prokořenění substrátu rostlinami.

Dle umístění stabilizace se dělí na:

- vrchní (rohože, drátěné pletivo a mřížkové geotextilie) a to do sklonu střech až 40°,
- střední (prvek je umístěn v substrátu),
- spodní (prvek je umístěn pod substrátem).

Řešením jsou prahy umístěné pod hydroizolací a pevně zde spojené s konstrukcí pod nimi, zajišťují přenos zatížení na celou střešní plochu. Prahy lze umístit i nad hydroizolaci, a to nad okapní nosník. V tomto případě je ale nutné, položit mezi prahy a izolací ochrannou tkaninu a vhodně dimenzovat zatížení okapní konstrukce (Obrázek 12). S rostoucím sklonem střechy, roste i množství prahů.⁴



Obrázek 12 Zajištění šikmé střechy proti sesuvu substrátu, systém Optigreen
[<http://www.optigreen.co.uk/products/pitched-roof/optigreen-anti-slip-system-type-t-carrier/>]

Pokládka substrátu

Pokládka substrátu se zpravidla provádí rovnoběžně s vrstvami nacházejícími se pod ním. Pokládka substrátu o velkých mocnostech se musí provádět po vrstvách. Substrát se hutní, to má příznivý vliv na vláhový režim, příjem živin a zakořenění rostlin. Pozor na přílišné zhutnění substrátu. Díky tomu se z něj vytlačí vzduch a kořeny rostlin nemohou dýchat.

Požadovaná minimální tloušťka vrstev musí být dodržena. Pozor na sedání substrátu. Substrát se na střechu pokládá vlhký – zamezení odvátí větrem. Při časové prodlevě, mezi položením substrátu a osazením vegetace, se musí substrát zakrýt ochrannou textilií (proti účinky sání větru).

⁴ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 72-76

4.3. Hydroakumulační vrstva

Zajišťuje minimální množství vody pro růst rostlin a omezuje průtok dešťové vody při krátkodobých intenzivních deštích. Význam hydroakumulační vrstvy se zvětšuje se snižující se tloušťkou substrátu. Materiály hydroakumulační vrstvy musí být odolné vůči biologické korozi.

Vrstva může být tvořena sypkým materiálem, rašelinou, hydrofilními profilovanými deskami, rohožemi z minerálních vláken, netkanou textilií s větší plošnou hmotností, plastovými nopovými fóliemi, tvarované desky z pěnového polystyrenu, nehydrofobizovanou křemičitou vatou nebo zvýšením střešního vtoku (vytvoření souvislé hladiny vody v drenážní vrstvě).

4.4. Filtrační (separační) vrstva

Účelem filtrační vrstvy je zamezení zanesení drenážní vrstvy jemnými částicemi substrátu. Pokládá se ve všech místech styku substrátu s jiným materiálem. Materiály určené pro filtrační vrstvu musí být trvale funkční (nesmí podléhat biologické korozi a nesmí omezovat růst kořenů).

V současné době se jako filtrační vrstvy u vegetačních střech používají netkané nebo tkané textilie ze skelné rohože, sklotextilie, geotextilie (syntetická PP či PES tkanina). Skládají se z vláken různé délky. Tloušťka filtrační vrstvy závisí na zatížení, kterému bude vrstva vystavena. S rostoucím sklonem střechy a větší mocností substrátu je textilie více namáhaná a měla by mít větší plošnou hmotnost.

U plochých střech se substrátem do 250 mm postačí textilie o plošné hmotnosti 100-200 g/m², u substrátu 300 mm hmotnost 200 g/m² a substrátu s tloušťkou 500 mm se použije textilie o plošné hmotnosti 300 g/m².

Filtrační vrstva se pokládá s přesahem min. 100 mm. Je-li textilie pokládána na profilované drenážní fólii má být přesah min. 150 mm, z důvodu možného slehnutí tkaniny do nopů fólie. Na krajích se vyvádějí k hornímu povrchu substrátu a musí být nejdéle do týdne zasypány, jelikož většinou nejsou odolné vůči UV záření.⁵

4.5. Drenážní vrstva

Drenážní vrstva nemusí být vždy součástí skladby vegetační střechy, záleží na jejím sklonu. U plochých střech se po dešti akumuluje voda, která brání kořenům dýchat – proto musí být použita drenážní vrstva. U střech se sklonem 5° a více drenáž není nutná.

Drenážní vrstva odvádí přebytečnou vodu k střešním vtokům. Může plnit také funkci hydroakumulační. V případě použití plastové nopové fólie s perforacemi v horním povrchu. Voda se hromadí v nopech a při naplnění odtéká otvory v horním povrchu fólie. Materiály drenážní vrstvy můžeme rozdělit do dvou skupin. A to na sypké materiály, kde velikost zrn by neměla být větší než 16 mm (štěrkopísek, štěrk, láva, pemza, keramzit, cihlová drť a expandovaná břidlice) a na drenážní desky a rohože (plastové nopové fólie, platové nopové fólie s integrovanou netkanou filtrační textilií (Obrázek 13), plastové nopové fólie s perforacemi v horním povrchu, tvarované desky z pěnových plastů, strukturované rohože z plastu (Obrázek 14) nebo z pryže).⁶

⁵ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 79

⁶ Dektrade a.s.: Vegetační střechy a střešní zahrady, Vyd. 2. Dektrade a.s., únor 2009, 72 s., ISBN 978-80-87215-05-0, str. 12



Obrázek 13 Nopová fólie s integrovanou netkanou filtrační textilíí
[<https://www.guttashop.cz/nopova-folie-guttabeta-drain-7889/>]



Obrázek 14 Drenážní rohož z prostorově orientovaných PE vláken
[<https://www.dek.cz/pobocka-plzen-cernice/produkty/detail/1025160040-dekdren-p-900-sire-1-5-navin-35m>]

U sypkých materiálů se tloušťka drenáže určuje podle toho, jestli jde o zeleň extenzivní nebo intenzivní. U extenzivní zeleně by měla být tloušťka 30-50 mm a u intenzivní 50-100 mm. Z hlediska hospodaření s vodou není vhodné kamenivo, jelikož přebytečnou vodu nedokáže uschovat (zavlažovací systém). Pro střechu se sklonem do 5° se v případě kameniva používá štěrk, při sklonu střechy 15°-20° je vhodná drť, při sklonu střechy >20° se nedoporučuje sypký materiál a rovinné desky.⁷

U plastové nopové fólie se doporučuje nopy vyplnit hrubozrnným materiálem, aby se filtrační vrstva neponořila do vody (sníží se tím její funkčnost).

4.6. Ochranná vrstva hydroizolace (separační)

Jak už je patrné z názvu, jedná se o vrstvu, která chrání hlavní hydroizolační vrstvu střechy proti mechanickému poškození a proti prorůstání kořenů. Může plnit také funkci akumulací. Materiály ochranné vrstvy jsou textilie (min. objemová hmotnost 300 kg/m²), betonová mazanina, cementový potěr, plastové profilované perforované fólie/rohože, profilované desky z nasákových plastů, sypký nasákový materiál.⁸

⁷ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 80-85

⁸ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 86

4.7. Hydroizolace

Hydroizolace zamezuje pronikání vody do konstrukcí, které se nacházejí pod ní. Jedná se o neprodyšnou vrstvu, která je tvořena asfaltovými pásy nebo PVC fólií.

U zelených střech se musí hydroizolace chránit proti prorůstání kořenů, a proto jsou vytvořeny speciální hydroizolační vrstvy. U zelené střechy, kde hlavní hydroizolační vrstvu tvoří asfaltové pásy se používá další asfaltový pás s aditivou proti prorůstání kořenů (Obrázek 15). U zelených střech, kde hlavní hydroizolační vrstvu tvoří PVC-P fólie, musíme brát v potaz, že PVC-P fólie se velmi špatně snáší s pěnovým polystyrenem a s asfaltovými pásy. Může dojít k úbytku změkčovadla ve fólii. Proto ve střechách, kde se používají navzájem chemicky nesnášenlivé materiály, se musí použít separační vrstva. Pro zelenou střechu, kde hlavní hydroizolační vrstvu tvoří PVC-P fólie, musíme použít PVC-P fólii určenou do vegetačních střech (Obrázek 16), spoje fólií musí být uzavřeny zálivkou.



Obrázek 15 Asfaltový pás s aditivou proti prorůstání kořenů
[<https://www.dek.cz/pobočka-plzen-cernice/technicka-podpora/elastek-50-garden>]



Obrázek 16 PVC-P fólie určená na zelené střechy
[<https://www.dek.cz/pobočka-plzen-cernice/produkty/vypis/4255-hydroizolacni-folie>]

Rozdělení dle základních materiálů povlakové hydroizolace

Asfaltové pásy

Oxidované asfaltové pásy

Oxidace je základní způsob úpravy asfaltových pásů pomocí kyslíku. Oproti modifikovaným asfaltovým pásům mají kratší životnost. Nejsou odolné vůči UV záření (musí být povrchová úprava). Jsou plastické. Ohebnost od teploty 4 °C a stálé za teploty do 70 °C. Jsou levnější než pásy modifikované a nepoužívají se do zelených střech.

Modifikované asfaltové pásy

Asfaltové pásy, které mají lepší vlastnosti než oxidované. Modifikují se pomocí přísad, nejčastěji přidáním syntetického termoplastického kaučuku styren-butadien-styren (SBS) a ataktického polypropylenu (APP).

Asfaltové SBS modifikované pásy – přidáním SBS v množství 8-15 %. Ohebnost od teploty -25 °C a stálé za teploty do 100 °C. Jsou elastické, ale nejsou odolné vůči UV záření (musí být povrchová úprava). Většina výrobců vylepšuje vlastnosti SBS modifikovaným asfaltovým pasů pomocí nosných vložek, které zlepšují jejich vlastnosti. Na příklad asfaltový pás s aditivou proti prorůstání kořenů, který je vhodný do zelené střechy. Díky dobré odolnosti vůči mrazu se používají jako hydroizolace plochých střech a spodní stavby.

Asfaltové APP modifikované pásy – přidáním APP v množství 17-25 %. Ohebnost od teploty -15 °C a stálé za teploty do 130 °C. Pásy jsou odolné vůči UV záření a plastické. Mají delší životnost než pásy oxidované a SBS modifikované. A stejně jako pásy SBS je výrobce vylepšuje nosnými vložkami, které zlepšují jejich vlastnosti. Na příklad asfaltový pás s aditivou proti prorůstání kořenů, který je vhodný do zelené střechy. Jsou vhodné především jako hydroizolace do střech s větším sklonem, díky své vysoké teplotní stálosti.

Hydroizolační fólie

Základní charakteristika fólie je malá tloušťka (1,2 – 2 mm), nízká plošná hmotnost 3 kg/m², vysoká průtažnost, ohebnost a tvárnost, nízký difuzní odpor, odolnost vůči UV záření bez dalších povrchových úprav.

Termoplastické fólie

Fólie jsou elastickoplastické, při dlouhém mechanickém namáhání se vrací do původního stavu jen částečně, část deformace je trvalá. Fólie se spojují pomocí horkého vzduchu. Patří sem: PVC-P fólie (měkčená PVC fólie), PO fólie (polyolefnová fólie), PEC fólie (modifikovaná polyethylenchloridová fólie), EVA fólie (evalon fólie).

Elastomerní fólie

Elastické chování při protažení. Nejsou tvarovatelné za tepla – neměkknou horkým vzduchem, spojují se pomocí samolepících okrajů pásů. Patří sem: EPDM fólie (fólie z ethylen-propy-lendien-monomer-kaučuku), PIB fólie (polyizobutylénová fólie).

Termoplasticko-elastomerní fólie

Spojení vlastností fólie termoplastické a elastomerní. Jsou pružné a teplem měknou, takže se mohou spojovat horkým vzduchem. Patří sem: EPDM fólie (fólie z ethylen-propy-lendien-monomer-kaučuku), která se dá svařovat horkým vzduchem, fólie CSPE (chlorsulfidový polyethylen).

4.8. Tepelná izolace

Tepelná izolace zabraňuje pronikání tepla z interiéru do exteriéru a naopak. Její návrh závisí na umístění tepelné izolace v objektu a na požadovaných tepelně technických, mechanických a požárně technických vlastnostech.

Tepelná izolace u plochých střech se pokládá pod hlavní hydroizolační vrstvu (klasické pořadí) nebo nad hlavní hydroizolační vrstvu (obrácené pořadí – musí být nenasákavá). U šikmých střech se tepelná izolace pokládá mezi krokve a pod krokve nebo nad krokve.

Při výběru tepelné izolace musíme dbát na součinitel tepelné vodivosti, na objemovou hmotnost, faktor difuzního odporu, nasákavost, tvarovou a objemovou stálost, hořlavost, pevnost v tlaku.

Pro běžné ploché střechy se používá pěnový polystyren EPS 100 S, který má zatížení v tlaku 100 kPa. Pro střechy pochozí (zelené, pojízdné, terasy apod.) je vhodné použít pěnový polystyren s objemovou hmotností 28-35 kg/m³, který má vyšší odolnost v tlaku.

Tepelná izolace se stabilizuje mechanickým kotvením, lepením pomocí speciálně upravených pásů se samolepicími pruhy, nebo celým samolepicím pásem. Lepení za studena pomocí lepidla na bázi PU (polyuretanové) a asfaltové lepidlo a lepení za tepla do horkého oxidovaného asfaltového pásu. Nejčastější je kombinace lepení a mechanického kotvení. V případě inverzní střechy se tepelná izolace stabilizuje přitížením další vrstvy střechy.

Tepelná izolace také plní funkci spádové vrstvy za použití spádových klínů tepelné izolace.

Materiály tepelných izolací

Do střech se nepoužívá tepelná izolace z organických vláken.

Pěnový (expandovaný) polystyren EPS (Obrázek 17)

Pěnový polystyren EPS se vyrábí jako bílé desky nenakaširované nebo nakaširované s hydroizolační vrstvou z oxidovaných nebo modifikovaných asfaltových pásů. Expandovaný polystyren se značí EPS + číslo, které určuje jeho pevnost v tlaku v kPa (50, 70, 150, 200 až 250) a písmeno (Z, S a F). Písmeno Z znamená základní (podlahy), S znamená stabilizovaný polystyren určený na střechu a F je fasádní.



Obrázek 17 Pěnový polystyren EPS

[<http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/8482-vlastnosti-expandovaneho-penoveho-polystyrenu-eps>]

Extrudovaný polystyren XPS (Obrázek 18)

Vyrábí se podobně jako expandovaný polystyren, ale má odlišnou strukturu s uzavřenými buňkami. Díky tomu je nenasákový a má lepší tepelně izolační vlastnosti. Také má větší pevnost v tlaku než polystyren expandovaný. Barva je růžová nebo modrá.



Obrázek 18 Polystyren XPS

[<http://www.airwar-rc.hu/obsah/modelarska-kutirna/polystyren-xps-vlastnosti>]

Minerální vlna (Obrázek 19 a Obrázek 20)

Vyrábí se roztavením čediče nebo skla a následným přetvořením na vlákna o průměru cca 0,0003 mm. Do vláken se přidává pojivo a řeže se do požadovaných tvarů. Vyrábí se nenakaširované tak nakaširované. Tepelná izolace u minerálních vláken je nehořlavá.

Tepelná izolace z minerálních vláken není vhodná do pochozích plochých střech. Snese maximální zatížení cca 400 kg/m².



Obrázek 19 Minerální vlna kamenná
[<http://levnestavebniny.eu/katalog/mineralni-desky-e266>]



Obrázek 20 Minerální vlna skelná
[<http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/298-mineralni-izolace>]

Pěnové sklo (Obrázek 21)

Pěnové sklo se vyrábí z nového nebo recyklovaného skla. Zpěnění je docíleno uhlíkovým prachem, díky kterému má černou barvu. Vyrábí se jako desky nebo jako štěrky. Štěrky se používá pro tepelně-izolační zásypy a podsypy.

Má vysokou pevnost v tlaku, proto se používá především do podlah a střech, které jsou vystaveny vysokému zatížení. Je nehořlavé a má vysoký difuzní odpor, je parotěsný.



Obrázek 21 Deska z pěnového skla
[<http://www.sustainablebuildingmaterials.co.uk/product-details/74800003/foamglas%C2%AE-f-slab>]

PUR a PIR pěna (Obrázek 22)

Polyuretanová i polyisokianurátová pěny se na stavbě lijí nebo stříkají, ale vyrábí se i jako desky. Používají se pro izolaci střech, podlah, stěn nebo jako hotové stěnové panely s hliníkovým pláštěm (ty se používají především jako opláštění haly). Desky se nejčastěji používají jako nadkrokevní tepelná izolace šikmých střech.



Obrázek 22 Deska z PIR pěny s hliníkovou fólií

[<https://www.dek.cz/pobočka-plzen-cernice/produkty/detail/1421010630-dekpir-floor-022-30mm-28-8m2-bal>]

Fenolická pěna (Obrázek 23)

Vyrábí se napěněním fenolformaldehydových pryskyřic. Desky se oboustranně opatřují skelným vláknem nebo hliníkovou fólií. Nejčastěji se používají u zateplení fasády, u rekonstrukcí, kde potřebujeme mít co nejmenší tloušťku izolantu, což díky nízké tepelné vodivosti fenolická pěna splňuje.



Obrázek 23 Deska z fenolické pěny s hliníkovou fólií

[<https://stavimbydlim.cz/desky-z-fenolicke-peny-nejlepsi-izolace/>]

4.9. Parotěsníci vrstva

Parozábrana slouží k zamezení šíření vodí páry obsažené ve vzduchu. Používá se především u střech. Vodní pára se do konstrukce dostává difuzí, kde pára se pohybuje díky rozdílnému částečnému tlaku mezi interiérem a exteriérem a prouděním vlhkosti pomocí vzduchu. Parozábrana může také sloužit jako pojistná hydroizolace PHI.

Parozábrana se v souvrství střechy umísťuje co nejbližší k interiéru, nejčastěji mezi stropní konstrukci a tepelnou izolaci. Parozábrana musí být dokonale těsná, především mezi spárami jednotlivých pásů a prostupujícími konstrukcemi. Pokud konstrukce střechy nebude mít parozábranu nebo bude parozábrana porušena, má vodní pára neomezený pohyb a tendenci se v souvrství střechy hromadit. V zimním období poté kondenzuje. Velké množství vodní páry v konstrukci může omezit její funkci a zkrátit její životnost.

Dle ekvivalentní difuzní tloušťky s_d máme parozábrany a parobrzdy. Parozábrana zabraňuje zcela pronikání vodní páry z interiéru do exteriéru, zatím co parobrzda umožňuje objektu „dýchat“. Neboli řízeně propouští vodní páru do souvrství střechy, tak aby nedošlo k poškození tepelné izolace vlivem vodní páry. U střechy s použitím parobrzdy je důležité, aby celé souvrství střechy mělo nižší difuzní odpor než materiál umístěný pod parobrzdou, aby byl zajištěn odchod vodní páry ze souvrství střechy do exteriéru.

Ekvivalentní difuzní tloušťka s_d nám udává, jakou by musel mít vzduch tloušťku, aby kladl stejný difuzní odpor jako zkoumaná konstrukce. s_d vypočítat tak, že se vynásobí difuzní odpor konstrukce s její tloušťkou: $s_d = \mu \cdot d$ [m].

Materiály parozábrany

Asfaltové pásy

Jedná se o asfaltové pásy oxidované nebo modifikované tloušťky 2-5 mm. Ekvivalentní difuzní tloušťka by měla být 350-2000 m. Kvalitní parozábrany jsou z modifikovaných asfaltových pásů s hliníkovou nebo skelnou vložkou.

Fólie PE nebo PVC

Tloušťka fólie 0,1-0,3 mm, difuzní tloušťka 40-800 m. Vyztužuje se polypropylenovými vlákny nebo mají hliníkovou vrstvu na povrchu.

Pěnové sklo

Pěnové sklo je popsáno v kapitole 4.8 Tepelná izolace. Jedná se o tepelně-izolační vrstvu, která má vysoký difuzní odpor cca $\mu = 70\,000$. Minimální tloušťka desky je 40 mm, takže difuzní tloušťka je 2800 m.

4.10. Nosná konstrukce stropu

Nosná konstrukce stropu, na které je umístěna střecha, určuje tvar střechy. Pro extenzivní zeleň je vhodné použít jakýkoliv typ nosné konstrukce, ale pro intenzivní zeleň, kde se předpokládá větší zátěž jak od samotného souvrství, tak od užitného zatížení jsou vhodné pouze železobetonové konstrukce.

Nosná konstrukce střechy (stropní konstrukce) musí být schopná přenášet veškerá zatížení od souvrství střechy, vlastní tíhy, užitného a klimatického zatížení, které pak přenáší dál do podpor.

5. Vliv vrstev zelené střechy na nosnou konstrukci a funkci střechy

5.1. Vliv na nosnou konstrukci stropu

Zatížení od zelené střechy je o dost větší než od střechy běžné, a to především pokud mluvíme o zelené střeše s intenzivní zelení. Je to způsobeno velkou tloušťkou substrátu. Při velkém zatížení na střechu musíme počítat s únosnější a tím pádem i s tlustší nosnou konstrukcí stropu a s únosnějšími podporami, které budou zatížení přenášet až do paty základu. Proto se s takovým zatížením musí počítat už ve fázi studie, kdy se uspořádávají nosné konstrukce a předběžně určují jejich rozměry.

U rekonstrukce střechy, na střechu zelenou, je nutné ověřit statické výpočty nosné konstrukce. Konstrukce musí vyhovět po celou dobu její životnosti. Vzhledem k většímu zatížení intenzivní zeleně lze u rekonstrukce uvažovat většinou jen extenzivní zeleň.

Pro výpočet zatížení na nosnou konstrukci střechy se uvažuje stálá a nahodilá zatížení.

Stálá zatížení

Do stálého zatížení spadá vlastní tíha jednotlivých souvrství střechy, včetně vlastní tíhy nosné konstrukce. U substrátu musíme brát v potaz, že objemová hmotnost kolísá podle množství vody v něm obsažené. Pro výpočet se uvažuje nejnepříznivější možnost, a to

maximální nasycení substrátu vodou, nebo převést rozdíl maximální a minimální tíhy mezi nahodilá zatížení.⁹

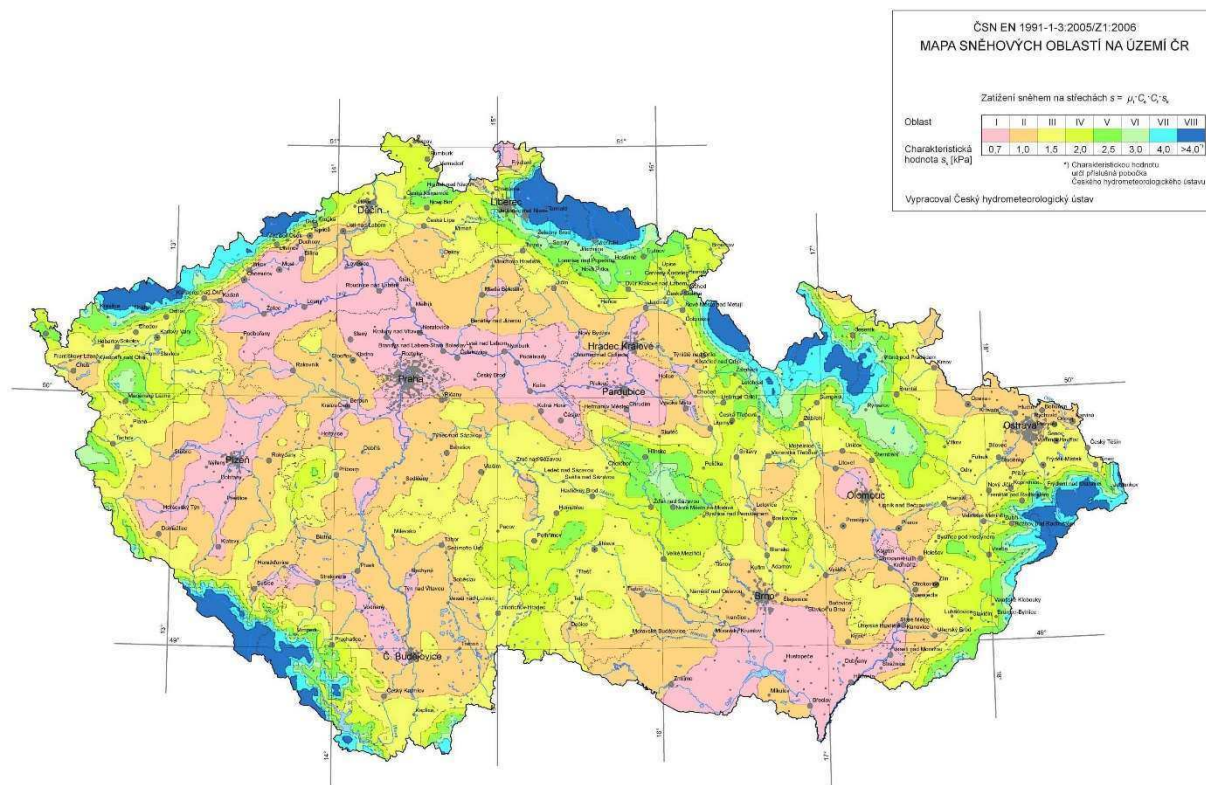
Nahodilá zatížení

Do nahodilého zatížení spadá užitná zatížení (od lidí, nábytku apod.) viz. Tabulka 8, kde je vidět, že se střechy rozdělují do tří kategorií. Kategorie H – střechy nepřístupné (nepochozí), což u zelených střech jsou střechy s extenzivní zelení. Kategorie I – střechy přístupné, kde se jedná především o střechy s intenzivní zelení a střechy spojené s terasou. Poslední kategorie K – střechy přístupné pro zvláštní provoz, na příklad heliport.

Mezi nahodilá zatížení patří i zatížení klimatická: sníh, vítr a teplota.

Zatížení sněhem

Dle normy ČSN EN 1991-1-3 se jedná o krátkodobé nahodilé zatížení. Záleží především na tvaru a sklonu střechy, místním klimatu atd. Česká republika se dle mapy charakteristických hodnot zatížení sněhem (Obrázek 24) rozděluje na 8 sněhových oblastí (I – VIII) v rozmezí $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ až $> 4,0 \text{ kN/m}^2$.



Obrázek 24 Mapa sněhových oblastí
[<http://www.sticka.cz/mapy/>]

Vzorec pro výpočet zatížení sněhem je $s = \mu_i C_e C_t s_k$.

Kde C_e je součinitel expozice. Expozice se dělí do tří kategorií podle umístění stavby vzhledem k zastavěnosti okolí. Otevřený typ krajiny má hodnotu 0,8 a jedná se o rovnou plochu bez překážek, nechráněná okolním terénem. Normální typ krajiny má hodnotu 1,0 a jsou to plochy, kde nedochází na stavbách k výraznému přemístění sněhu. Poslední typ krajiny je

⁹ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 101

chráně, má hodnotu 1,2 a jsou to plochy stavby, které jsou nižší než okolní terén (stavby, stromy apod.).

Tepelný součinitel C_t záleží na schopnosti střechy propouštět teplo, díky kterému dochází k tání sněhu. Redukci zatížení prostřednictvím součinitele C_t je třeba dobře uvážit, neměla by hodnota být menší než 0,8. Pro střechy s malým sklonem se uvažuje hodnota 1,0.¹⁰

Součinitel μ_i je tvarový součinitel střechy. Pro střechy pultové a sedlové se uvažují dva součinitele μ_1 a μ_2 podle sklonu střechy (Tabulka 11).

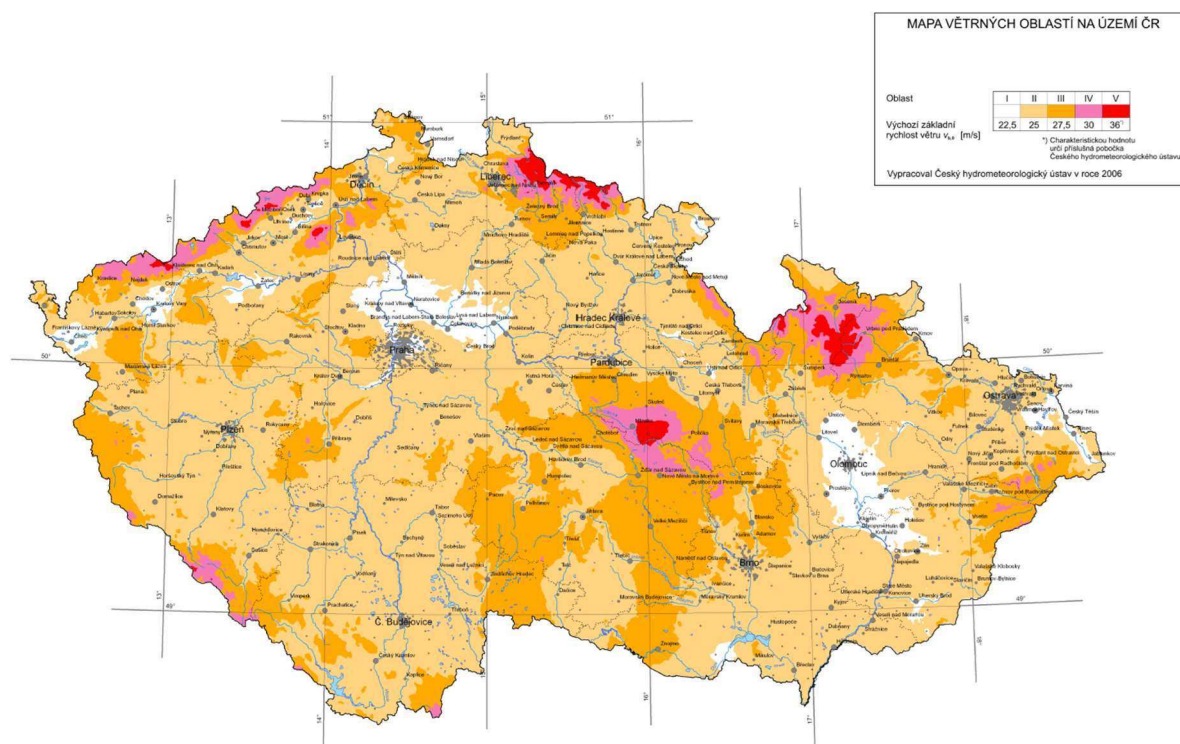
Tabulka 11 Tvarové součinitele μ_1 a μ_2 pro pultové a sedlové střechy

[Milan Holický, Jana Marková, Miroslav Sýkora: Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Vyd. 1. Praha, 2010, 132 s., ISBN 978-80-87093-4, str. 24]

Tvarové součinitele	Úhel α sklonu střechy		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(0,6 - \alpha) / 30$	0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	-

Zatížení větrem

Dle normy ČSN EN 1991-1-4 se jedná o krátkodobé nahodilé zatížení. Norma ČSN EN 1991-1-4 platí pro zatížení staveb větrem do výšky 200 m a pro mosty do rozpětí 200 m. Záleží především na tvaru a sklonu střechy, nadmořské výšce, výšce objektu atd. Česká republika se dle mapy větrných oblastí (Obrázek 25) rozděluje na 5 oblastí (I – V) v rozmezí $v_{ref} = 22,5$ m/s až 36 m/s. Tato hodnota nám udává referenční rychlost větru a jedná se o základní hodnotu pro stanovení zatížení větrem.



Obrázek 25 Mapa větrných oblastí na území ČR
<http://www.sticka.cz/mapy/>

¹⁰ Milan Holický, Jana Marková, Miroslav Sýkora: Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Vyd. 1. Praha, 2010, 132 s., ISBN 978-80-87093-4, str. 24

Další základní veličiny pro stanovení zatížení větrem je tlak větru, který je závislý na referenčním tlaku větru q_{ref} , který vychází z referenční rychlosti větru, součinitel expozice c_e , který závisí na drsnosti terénu, topografii a výšce stavby nad zemí, součinitel vnějšího tlaku c_{pe} , který závisí na oblastech střechy, tvaru a sklonu.

Dostatečná tloušťka vegetace zajistí přetížení ostatních vrstev střechy proti účinkům sání větru. U zelené střechy musíme brát v potaz vliv větru na vyšší porost (u intenzivní zeleně), které díky kořenům přenáší účinky větru do konstrukce střechy. V důsledku tak kořenový bal způsobí lokální zvýšení tlaku větru a současně v přilehlé odpovídající části zvýšení sání větru. Tlak větru je částečně vyrovnán díky určité drsnosti povrchu vegetace. Rovněž propustnost vegetace pro vzduch vyrovnává tlakové rozdíly mezi její horní a spodní stranou. Zelené střechy tedy výrazně snižují účinky sání větru.¹¹

Zatížení teplotou

Dle normy ČSN EN 1991-1-5 se jedná o krátkodobé nahodilé zatížení. Teplota má vliv na nosnou konstrukci střechy. Díky vegetace, která akumuluje teplo (viz. Kapitola 3.2 Tepelně-izolační vlastnosti v létě a 3.3 Tepelně-izolační vlastnosti v zimě), je vliv teplotních výkyvů výrazně zmírněný.

5.2. Vliv na tepelnou techniku

Střešní konstrukce se posuzují dle normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. U zelených střech je to trochu komplikovanější, jelikož vrstva substrátu, hydroakumulační vrstva a drenážní vrstva jsou zvlhčené a míra vlhkosti může kolísat. Proto je velmi obtížné stanovit součinitel tepelné vodivosti těchto vrstev.

Tepelně technické posouzení střechy se dá posoudit třemi způsoby:

- Zanedbat vrstvy nad hlavní hydroizolací. Toto řešení, z hlediska bezpečnosti výpočtu součinitele prostupu tepla a vnitřní povrchové teploty, se doporučuje.
- Započítat vrstvy nad hlavní hydroizolací. Bohužel nejsou k dispozici výpočtové hodnoty fyzikálních parametrů všech vrstev, a to především difuzní odpor vrstvy μ a součinitel tepelné vodivosti λ . Při započítání všech vrstev bude zkondenzovaná vodní pára menší, než pokud vrstvy zanedbám.
- Počítat s trvalou vodou nad hlavní hydroizolací. Do výpočtu zahrneme celou skladbu zelené střechy jako v bodě předešlém a difuzi vodní páry lze vypočítat tak, že se zanedbá difuzní tok od místa kondenzace (obvykle pod hydroizolací) směrem z konstrukce. Skutečné hodnoty tohoto toku je velmi obtížné určit vzhledem k tomu, že difuzní tok probíhá přes vodní hladinu. Kondenzát by se v zimním období mohl odpařovat pouze do interiéru. Toto zjednodušení je na straně bezpečnosti.¹²

5.3. Vliv na odvodňovací systém

Voda se na střechu dostává buď umělým zavlažovacím systémem, to především u střech s intenzivní zelení, nebo e jedná o vodu srážkovou (déšť, sníh, kroupy). Odvodňovací systém má za úkol odvést přebytečnou vodu pryč ze střechy.

Šikmé střechy se odvodňují po obvodu. Jedná se o podokapní, nástřešní nebo nadřímsový žlaby a svody.

¹¹ Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 103

¹² Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6, str. 107

U plochých střech máme odvodňovací systém vnitřní nebo vnější. Odvodnění zajišťují mezistřešní nebo zaatikové žlaby, které se sbíhají ke vtokům nebo samotné vtoky, které se nacházejí na ploše střechy a střecha je k nim vyspádovaná. Na každé samostatné části střechy by měly být alespoň dva vtoky, a to především kvůli bezpečnosti (může dojít k ucpání jednoho vtoku). Důležitá je jeho vodotěsnost, a proto se klade velký důraz na napojení hydroizolace na střešní vtok. Hydroizolace se k vtoku napojuje pomocí integrované manžety, která je součástí vtoku a je buď z asfaltového pásu nebo z PVC fólie, záleží na zvoleném materiálu hlavní hydroizolace.

U plochých střech zelených má být vtok snadno kontrolovatelný a musí být zabráněno vnikání zeminy a nečistot do odvodňovacího systému. U zelených střech se doporučuje, aby v okolí vtoku byl štěrk, který je od okolních vrstev oddělen filtrační (separační) vrstvou (Obrázek 26).



Obrázek 26 Střešní vtok u zelené střechy

[<http://www.aco.cz/129-aco-spin-stresni-gravitacni-vpusti.html>]

Výpočet odtoku dešťové vody: $Q = r \cdot A \cdot C$, kde C je součinitel odtoku, A je účinná plocha střechy a r je intenzita deště (normová hodnota intenzity deště je $0,03 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ pro ČR).

Součinitel C vyjadřuje schopnost povrchu střechy odvádět vodu. Většinou se uvažuje jako 1,0, ale u zelených střech je součinitel menší. Záleží na sklonu střechy a tloušťce substrátu (Tabulka 12). I tak se doporučuje, aby při výpočtu zelených střech se uvažovalo $C = 1,0$. Jelikož v době stavby by odvodnění mohl být nedostačující a investor se může za pár let rozhodnout, že zelenou střechu už nechce a udělá si tam např. dlažbu na terčích a odvodnění by pak nebylo dostačující.

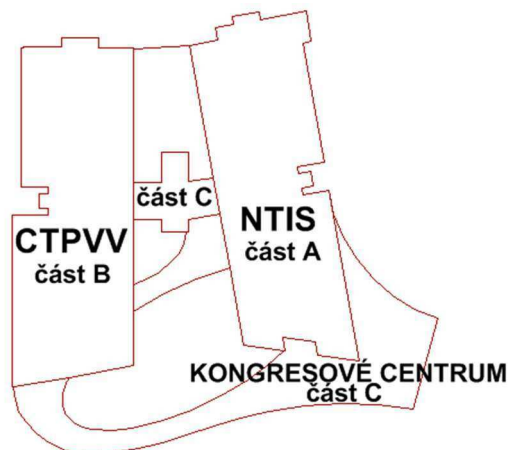
Tabulka 12 Součinitel odtoku srážkové vody (revize normy ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace)

[<http://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/11136-revize-csn-75-6760-vnitri-kanalizace-ii>]

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu ¹⁾	Sklon povrchu		
	Do 1 %	1 % až 5 %	Nad 5 %
	Součinitel odtoku srážkových vod		
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační střechy)	0,7	0,7	0,8
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 mm do 250 mm (vegetační střechy)	0,4	0,4	0,5
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 250 mm (vegetační střechy)	0,3	0,3	0,3
Střechy s vrstvou kačírku (šterku) na nepropustné vrstvě	0,9	0,9	0,9
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9 ²⁾	0,9 ²⁾	0,9 ²⁾
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené šterkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zastravňovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatavněné plochy	0,05	0,1	0,15
¹⁾ Odvádění srážkových vod z nemovitosti může být regulováno (sníženo) úpravou povrchu odvodňovaných ploch.			
²⁾ Platí pouze pro dimenzování svodných potrubí vně budov.			

Popis budovy NTIS a CTPVV

Jedná se o objekt Západočeské univerzity v Plzni. Přesněji o budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS, která se nachází na parcele číslo 8455/54, ulice Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3. Objekt slouží pro vzdělávání a je rozdělený na tři hlavní části, a to na část A, B a C (Obrázek 27).



Obrázek 27 Půdorys budovy ZČU

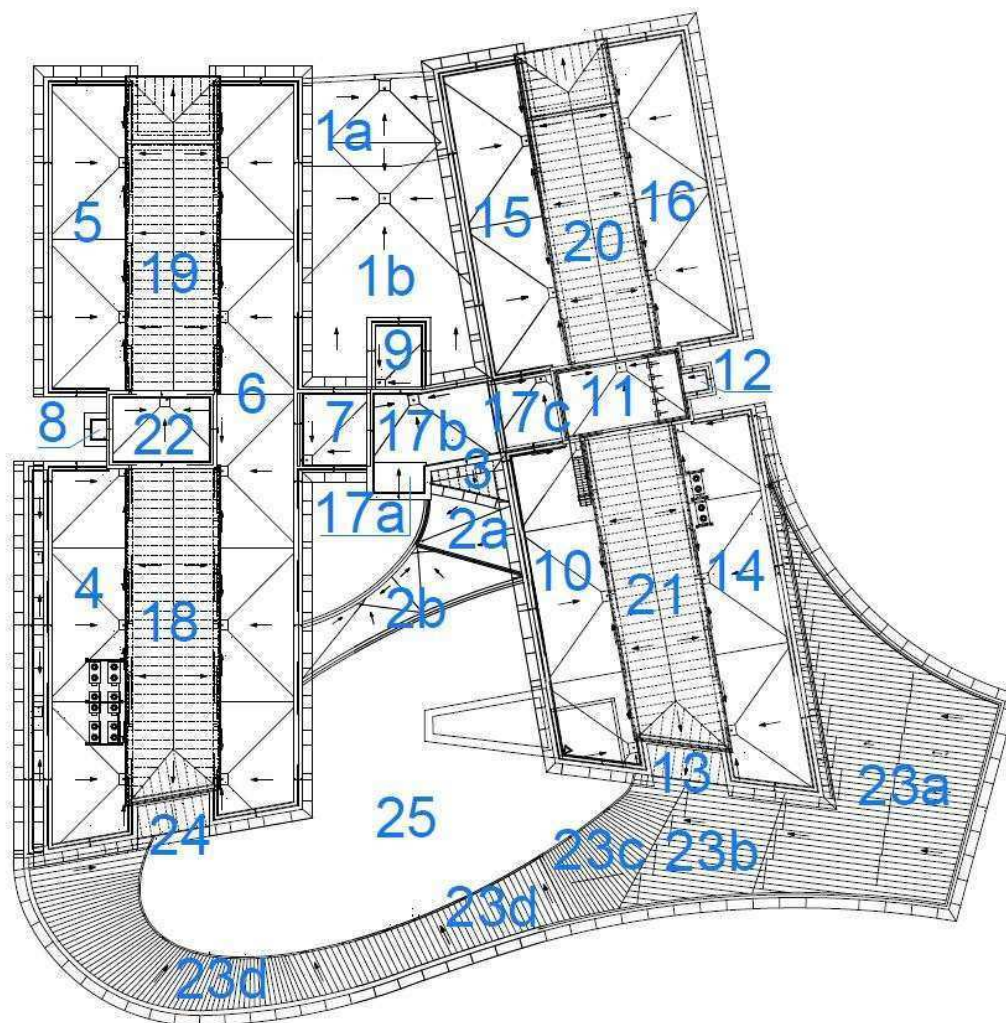
Část A je pavilon NTIS, který vyvíjí nové technologie pro informační společnost a má celkem 6 nadzemních podlaží. Část B je pavilon CTPVV neboli Centrum přírodovědného vzdělávání a výzkumu, má celkem 4 nadzemní podlaží. A poslední část C je kongresové centrum o 2 nadzemních podlaží, kam patří i spojovací krček o 4 a 5 nadzemních podlaží. Část A a B mají společné podzemní podlaží, kde se nacházejí garáže a technické zázemí budovy. Schéma rozvržení budovy po jednotlivých podlažích (Obrázek 28).

	7	
	6	Vedení centra NTIS VP5 - Matematické modely
	5	VP1 - Kybernetické systémy
Katedra kybernetiky Katedra mechaniky	4	VP3 - Mechanické a biomechanické struktury VP1 - Kybernetické systémy
Katedra informatiky a výpočetní techniky	3	VP2 - Informační technologie
Katedra matematiky	2	VP4 - Tenkovrstvé materiály Konferenční sály
Katedra mechaniky Katedra fyziky Děkanát a studijní oddělení FAV	1	VP4 - Tenkovrstvé materiály Těžké laboratoře (VP1, VP3, VP4)
Parkoviště	-1	Parkoviště

Obrázek 28 Rozvržení budovy po jednotlivých podlažích

Nosný systém stavby je z monolitického železobetonu. Svislý nosný systém je tvořen železobetonovými sloupy, osový modul 6 m x 7,5 m. Budovy A a B jsou vůči sobě vychýleny o 10° a jsou propojeny komunikačním krčkem. Stropní konstrukce v objektu je tvořena železobetonovými deskami, které jsou podepřeny viditelnými nebo skrytými průvlaky.

Budova má celkem 25 střech (Obrázek 29), střechy jsou koncipovány jako ploché jednoplašťové.



Obrázek 29 Půdorys budovy s vyznačením jednotlivých střešních konstrukcí

V následujících tabulkách (Obrázek 30 a Obrázek 31) je znázorněný Rozbor zatížení pro vodorovné konstrukce.

ROZBOR ZATÍŽENÍ

Komentář	Popis zatížení	Hodnota zatížení			Rozměr
		Charakt.	Souč.	Návrh.	
STŘECHA 10°	Povlaková krytina + vrstvy podkladu	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Tepelná izolace 300mm	0,60	1,35	0,81	kN/m ²
	Zatížení větrem 1,5,0,42,0,5,0,6	0,20	1,50	0,30	kN/m ²
	Celkové zatížení	0,90		1,25	kN/m ²
	Celkové zatížení na půdorys 10°	0,92		1,27	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 330	8,25	1,35	11,14	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
s podhledem 30°	Nahodilé zatížení provozem 1,50	1,50	1,50	2,25	kN/m ²
	Celkové zatížení	11,17		15,34	kN/m ²
	STŘECHA	0,30	1,35	0,41	kN/m ²
	Střešní krytina + bednění + latě	0,30	1,35	0,41	kN/m ²
Dřevěná kce – krokve + krov	0,30	1,35	0,41	kN/m ²	
Tepelná izolace 300mm	0,60	1,35	0,81	kN/m ²	
Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²	
Zatížení větrem 1,5,0,46,0,5,0,6	0,22	1,50	0,33	kN/m ²	
Celkové zatížení	1,92		2,64	kN/m ²	
Celkové zatížení na půdorys 30°	2,22		3,05	kN/m ²	
Nahodilé zatížení sněhem 0,7, 0,50, 1,0	0,35	1,50	0,53	kN/m ²	
Celkové zatížení	2,57		3,58	kN/m ²	
Strop nad posledním NP	Povlaková krytina + vrstvy podkladní	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Tepelná izolace 300mm	0,60	1,35	0,81	kN/m ²
	Betonová mazanina 80mm	1,92	1,35	2,60	kN/m ²
	Pěnový polystyren 80mm	0,16	1,35	0,22	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 330mm	8,25	1,35	11,14	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
	Rovnoměrné nahodilé zatížení 1,5	1,50	1,50	2,25	kN/m ²
	Celkové zatížení	13,03		17,84	kN/m ²
Strop nad typickým NP	Keramická dlažba 9mm	0,26	1,35	0,36	kN/m ²
	Flexibilní lepidlo 3mm	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Betonová mazanina 88mm	2,12	1,35	2,87	kN/m ²
	Pěnový polystyren 50mm	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 330mm	8,25	1,35	11,14	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
	Zatížení od příček 2,0	2,00	1,35	2,70	kN/m ²
Běžné prostory	Rovnoměrné nahodilé zatížení 3,0	3,00	1,50	4,50	kN/m ²
	Celkové zatížení	16,33		22,53	kN/m ²

Obrázek 30 Rozbor zatížení

[převzato ze Statických výpočtů projektu Výstavba objektu NTIS a CTPVV, který zpracoval Ing. Jan Valko]

ROZBOR ZATÍŽENÍ					
Komentář	Popis zatížení	Hodnota zatížení			Rozměr
		Charakt.	Souč.	Návrh.	
Strop nad typickým NP	Keramická dlažba 9mm	0,26	1,35	0,36	kN/m ²
	Flexibilní lepidlo 3mm	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Betonová mazanina 88mm	2,12	1,35	2,87	kN/m ²
	Pěnový polystyren 50mm	0,10	1,35	0,14	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 330mm	8,25	1,35	11,14	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
	Zatížení od příček 1,5	1,50	1,35	2,70	kN/m ²
Těžké prostory	Rovnoměrné nahodilé zatížení 5,0	5,00	1,50	5,00	kN/m ²
	Celkové zatížení	17,83		23,03	kN/m²
Strop nad 1.PP	Keramická dlažba nebo jiná 30mm	0,84	1,35	1,14	kN/m ²
	Flexibilní lepidlo 5mm	0,95	1,35	1,29	kN/m ²
	Betonová mazanina 150mm	3,60	1,35	4,86	kN/m ²
	Pěnový polystyren 300mm	0,60	1,35	0,81	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 400mm	10,00	1,35	13,50	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
	Zatížení od příček 2,0	2,00	1,35	2,70	kN/m ²
Pojížděný	Rovnoměrné nahodilé zatížení 15,0	10,00	1,50	15,00	kN/m ²
	Celkové zatížení	28,49		39,98	kN/m²
Strop nad 1.PP	Keramická dlažba nebo jiná 30mm	0,84	1,35	1,14	kN/m ²
	Flexibilní lepidlo 5mm	0,95	1,35	1,29	kN/m ²
	Betonová mazanina 150mm	3,60	1,35	4,86	kN/m ²
	Pěnový polystyren 300mm	0,60	1,35	0,81	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 400mm	10,00	1,35	13,50	kN/m ²
	Konstrukce podhledu včetně instalací	0,50	1,35	0,68	kN/m ²
	Zatížení od příček 2,0	2,00	1,35	2,70	kN/m ²
Nepojížděný	Rovnoměrné nahodilé zatížení 6,0	6,00	1,50	15,00	kN/m ²
	Celkové zatížení	28,49		39,98	kN/m²
Podlaha 1.PP základní deska Pojížděná	Betonová mazanina 150mm	3,75	1,35	5,10	kN/m ²
	Pěnový polystyren 150mm	0,30	1,35	0,41	kN/m ²
	Žb. monolitická deska 400mm	10,00	1,35	13,50	kN/m ²
	Zatížení od příček 2,0	2,00	1,35	2,70	kN/m ²
	Rovnoměrné nahodilé zatížení 10,0	10,00	1,50	15,00	kN/m ²
	Celkové zatížení	26,05		36,71	kN/m²

Obrázek 31 Rozbor zatížení

[převzato ze Statických výpočtů projektu Výstavba objektu NTIS a CTPVV, který zpracoval Ing. Jan Valko]

Z tohoto výpisu je patrné, že střecha č. 1a, 1b a 25 má návrhové zatížení 39,98 kN/m². Pro zjištění maximálního zatížení na stropní konstrukci musíme odečíst vlastní tíhu železobetonové stropní desky, takže maximální návrhové zatížení na stropní konstrukci činí 26,48 kN/m².

Pro střechu č. 3, 13, 18-21, 23 a 24 je maximální návrhové zatížení s odečtením vlastní tíhy železobetonové stropní desky 4,2 kN/m².

Pro střechu č. 2a, 2b, 4-12, 14-17 a 22 je maximální návrhové zatížení s odečtením vlastní tíhy železobetonové stropní desky 6,7 kN/m².

Rozbor zatížení se zaměřením na stropní konstrukce střech, jsem prokonzultovala s panem Ing. Janem Valkem, který Statické výpočty zpracoval.

1. Popsání jednotlivých střešních konstrukcí

1.1. Střešní konstrukce č. 1

Jedná se o střešní konstrukci č. 1a a 1b (Obrázek 32). Na střeše se nachází 2 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami. Dále se na střeše nachází časová schránka, která je viditelná na následujícím obrázku (Obrázek 30). Ta byla uložena při příležitosti 25. výročí založení Fakulty aplikovaných věd ZČU.



Obrázek 32 Pohled na střešku č. 1a a 1b

Jedná se o stropní konstrukci nad 1.PP. Střeška je přístupná z 1.NP dveřmi a je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celé skladby jsou popsány v následujících tabulkách (Tabulka 13 a Tabulka 14). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 26,48 kN/m².

Konstrukcí probíhá dilatační spára objektu. V úrovni živičné krytiny je v souvrství vložen dilatační pás na bázi syntetického kaučuku.

Tabulka 13 Skladba střešní konstrukce č. 1a

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 170
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	40 - 100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny dvojnásobný vrchní nátěr + penetrační nátěr + stěrková omítka zrnitosti 1,5 a 2mm dle návrhu architekta + armovací malta + armovací tkanina + tepelná izolace na bázi minerální vlny (kolmá vlákna)*	80

Pozn.:

...* Tato vrstva je uvedena v projektové dokumentaci. Při prohlídce 1.PP bylo zjištěno, že tato vrstva skladby nebyla realizovaná.

Tabulka 14 Skladba střešní konstrukce č. 1b

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 170
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádová vrstva z desek z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	40 - 100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny dvojnásobný vrchní nátěr + penetrační nátěr + stěrková omítka zrnitosti 1,5 a 2mm dle návrhu architekta + armovací malta + armovací tkanina + tepelná izolace na bázi minerální vlny (kolmá vlákna)*	140

Pozn.:

...* Tato vrstva je uvedena v projektové dokumentace. Při prohlídce 1.PP je patrné, že tato vrstva skladby nebyla realizována.

1.2. Střešní konstrukce č. 2

Jedná se o střešní konstrukci č. 2a a 2b (Obrázek 33 a Obrázek 34). Nacházející se nad atriem budovy. Střecha 2a slouží jako terasa a je přístupná ze 2.NP dveřmi, se střechou 2b je oddělena zábradlím. Na střechách se nachází celkem 3 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami. Na střeše č. 2a se nachází železobetonový sloup, který podpírá střešní konstrukci č. 3.



Obrázek 33 Pohled na terasu (střechu) č. 2a



Obrázek 34 Pohled na střechu č. 2b

Střechy jsou koncipovány jako jednovrstevné. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celé skladby jsou popsány v následujících tabulkách (Tabulka 15 a Tabulka 16). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 15 Skladba střešní konstrukce č. 2a

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba hladká 400/400 mm na terčích pro suché kladení dlažby	45
Podkladky pod terče 100/100 mm z hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	4
Penetrační nátěr	-
Spádový beton C12/15 vč. dilatačních spár	50 - 150
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	300
Sjednocující stěrka na beton	-
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-

Tabulka 16 Skladba střešní konstrukce č. 2b

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek – valouny ø 16-32 mm	150
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	4
Penetrační nátěr	-
Spádový beton C12/15 vč. dilatačních spár	50 - 150
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	300
Sjednocující stěrka na beton	-
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-

1.3. Střešní konstrukce č. 3

Jedná se o střešní konstrukci č. 3 (Obrázek 35). Střecha se nachází nad terasou ve 2.NP (střecha 2a) a je přístupná pouze oknem ze 3.NP. Střecha je spádovaná směrem ke střeše č. 2a. Na střeše jsou umístěny kovové konstrukce.



Obrázek 35 Pohled na střechu č. 3

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 17). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 4,2 kN/m².

Tabulka 17 Skladba střešní konstrukce č. 3

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	-
Bednění – prkna – impreg. fungicidy a insekticidy	26
Nosná konstrukce – dřevěný sbíjený příhradový vazník mezi vazníky tepelná izolace na bázi minerální vlny	300
Parotěsná zábrana - natavovací pás z oxidovaného asfaltu s hliníkovou vložkou	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.4. Střešní konstrukce č. 4

Jedná se o střešní konstrukci č. 4 (Obrázek 36). Střecha se nachází nad 4.NP a je přístupná z 5.NP dveřmi. 5.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 4, 5, 6, 8, 18, 19 a 22 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 3 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami, větrací komínky a venkovní jednotky tepelného čerpadla vzduch/voda.



Obrázek 36 Pohled na střechu č. 4

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 18). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 18 Skladba střešní konstrukce č. 4

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.5. Střešní konstrukce č. 5

Jedná se o střešní konstrukci č. 5 (Obrázek 37). Střecha se nachází nad 4.NP a je přístupná z 5.NP dveřmi. 5.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 4, 5, 6, 8, 18, 19 a 22 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 2 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami a větrací komínek.



Obrázek 37 Pohled na střechu č. 5

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 19). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 19 Skladba střešní konstrukce č. 5

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.6. Střešní konstrukce č. 6

Jedná se o střešní konstrukci č. 6 (Obrázek 38 a Obrázek 39). Střecha se nachází nad 4.NP a je přístupná z 5.NP dveřmi. 5.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 4, 5, 6, 8, 18, 19 a 22 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 5 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami a větrací komínek.



Obrázek 38 Pohled na střechu č. 6



Obrázek 39 Pohled na střechu č. 6

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 20). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4 a 5. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $6,7 \text{ kN/m}^2$.

Tabulka 20 Skladba střešní konstrukce č. 6

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polysyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.7. Střešní konstrukce č. 7

Jedná se o střešní konstrukci č. 7 (Obrázek 40 a Obrázek 41). Střecha se nachází nad spojovacím krčkem nad 4.NP a je přístupná ze střechy č. 6. Na střeše se nachází 1 střešní vpusť, která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 40 Pohled na střechu č. 7



Obrázek 41 Pohled na střechu č. 7 a 6

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 21). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5 a 6. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 21 Skladba střešní konstrukce č. 7

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polysyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.8. Střešní konstrukce č. 8

Jedná se o střešní konstrukci č. 8 (Obrázek 42). Střecha se nachází nad strojovnou výtahu ve spojovacím krčku. Střecha se nachází v úrovni 5.NP. Na střeše se nachází 1 střešní vpust', která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 42 Pohled na střechu č. 8

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 22). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6 a 7. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 22 Skladba střešní konstrukce č. 8

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.9. Střešní konstrukce č. 9

Jedná se o střešní konstrukci č. 9 (Obrázek 43). Střecha se nachází nad spojovacím krčkem, přesněji nad schodišťovým prostorem v úrovni 5.NP a je přístupná z části budovy A dveřmi. Na střeše se nachází 1 střešní vpust', která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami a ocelové jisticí oko pro práci ve výškách, které je opatřeno ochranným krytem.



Obrázek 43 Pohled na střechu č. 9

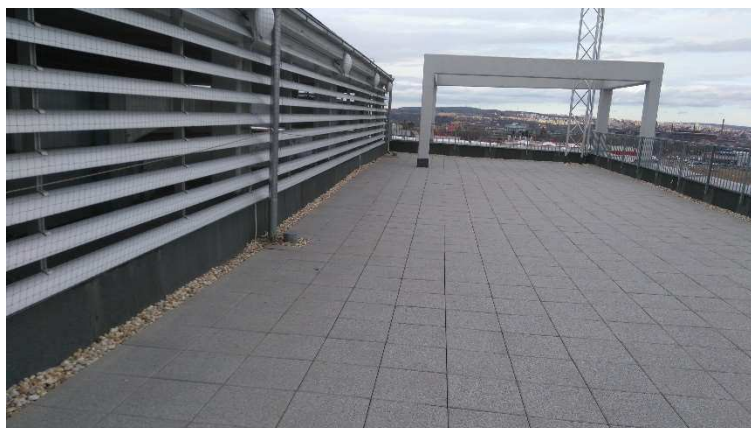
Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 23). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7 a 8. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 23 Skladba střešní konstrukce č. 9

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polysyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.10. Střešní konstrukce č. 10

Jedná se o střešní konstrukci č. 10 (Obrázek 44). Střecha se nachází nad 6.NP a je přístupná ze 7.NP dveřmi. 7.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20 a 21 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 3 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami, ocelový příhradový stožár, železobetonová konstrukce a ocelové schodiště, které nám zajišťuje přístup na střechu č. 11 a 12.



Obrázek 44 Pohled na střechu č. 10

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 24). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 24 Skladba střešní konstrukce č. 10

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba hladká 400/400 mm na terčích pro suché kladení dlažby	45
Podkladky pod terče 100/100 mm z hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	300
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.11. Střešní konstrukce č. 11

Jedná se o střešní konstrukci č. 11 (Obrázek 45). Střecha se nachází nad 7.NP a je přístupná ze střechy č. 10 ocelovým schodištěm. Na střeše se nachází 1 střešní vpust, která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami a světelnou signalizací.



Obrázek 45 Pohled na střechu č. 11

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 25). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 10. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 25 Skladba střešní konstrukce č. 11

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba hladká 400/400 mm na terčích pro suché kladení dlažby	45
Podkladky pod terče 100/100 mm z hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	300
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.12. Střešní konstrukce č. 12

Jedná se o střešní konstrukci č. 12 (Obrázek 46). Střecha se nachází nad strojovnou výtahu a je přístupná ze střechy č. 11. Střešní konstrukce je spádovaná směrem ke střeše č. 11.



Obrázek 46 Pohled na střechu č. 12

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 26). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8 a 9. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 26 Skladba střešní konstrukce č. 12

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.13. Střešní konstrukce č. 13

Jedná se o střešní konstrukci č. 13 (Obrázek 47). Střecha se nachází nad 3.NP a je přístupná okny ve 4.NP. Střešní konstrukce je spádovaná směrem ke střeše č. 23.



Obrázek 47 Pohled na střechu č. 13

Střecha je koncipovaná jako jednovrstevná. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 27). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 3. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 4,2 kN/m².

Tabulka 27 Skladba střešní konstrukce č. 13

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	-
Bednění – prkna – impreg. fungicidy a insekticidy	26
Nosná konstrukce – dřevěný sbíjený příhradový vazník mezi vazníky tepelná izolace na bázi minerální vlny	300
Parotěsná zábrana - natavovací pás z oxidovaného asfaltu s hliníkovou vložkou	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.14. Střešní konstrukce č. 14

Jedná se o střešní konstrukci č. 14 (Obrázek 48). Střecha se nachází nad 6.NP a je přístupná ze 7.NP dveřmi. 7.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20 a 21 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 3 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami a venkovní jednotky tepelného čerpadla vzduch/voda.



Obrázek 48 Pohled na střechu č. 11

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 28). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8, 9 a 12. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 28 Skladba střešní konstrukce č. 12

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polysyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.15. Střešní konstrukce č. 15

Jedná se o střešní konstrukci č. 15 (Obrázek 49). Střecha se nachází nad 6.NP a je přístupná ze 7.NP dveřmi. 7.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20 a 21 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 2 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 49 Pohled na střechu č. 15

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 29). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 a 14. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 29 Skladba střešní konstrukce č. 15

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.16. Střešní konstrukce č. 16

Jedná se o střešní konstrukci č. 16 (Obrázek 50). Střecha se nachází nad 6.NP a je přístupná ze 7.NP dveřmi. 7.NP slouží pouze pro přístup na střechy č. 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20 a 21 a je zde technické zázemí pro strojovnu VZT. Na střeše se nachází 2 střešní vpusti, které jsou opatřeny ochrannými koši, které brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 50 Pohled na střechu č. 16

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 30). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14 a 15. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 30 Skladba střešní konstrukce č. 16

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.17. Střešní konstrukce č. 17

Jedná se o střešní konstrukci č. 17a, 17b a 17c (Obrázek 51 a Obrázek 52). Střechy se nacházejí nad spojovacím krčkem nad 5.NP a jsou přístupné ze 6.NP okny. Střešní konstrukce č. 17a je spádovaná směrem ke střeše č. 17b a nachází se na ni ocelové jistící oko pro práci ve výškách, které je opatřeno ochranným krytem. Na střeše 17b a 17c se nachází 1 střešní vpust', která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 51 Pohled na střechu č. 17a a 17b



Obrázek 52 Pohled na střechu č. 17c

Střechy jsou koncipované jako jednoplášťové. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Všechny tři střechy mají stejnou skladbu, která je popsána v následující tabulce (Tabulka 31). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15 a 16. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $6,7 \text{ kN/m}^2$.

Tabulka 31 Skladba střešní konstrukce č. 17a, 17b a 17c

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polysyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.18. Střešní konstrukce č. 18, 19, 20 a 21

Jedná se o střešní konstrukci č. 18, 19, 20 a 21 (Obrázek 53, Obrázek 54, Obrázek 55 a Obrázek 56). Střechy se nachází nad strojovny VZT nad 5.NP a nad 7.NP. Jedná se o ploché střechy se spádem cca 6 % (cca 3°). Střešní konstrukce jsou spádované směrem k okapovým žlabům, které jsou po podélných stranách střechy. Voda je odvedena svislými svody na střechy, které se nachází pod nimi. Jedná se o střechy č. 4, 5, 6, 10, 14, 15 a 16.



Obrázek 53 Pohled na střechu č. 18



Obrázek 54 Pohled na střechu č. 19



Obrázek 55 Pohled na střechu č. 20



Obrázek 56 Pohled na střechu č. 21

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 32). Skladba střešní konstrukce je stejná pro všechny 4 střechy. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $4,2 \text{ kN/m}^2$.

Tabulka 32 Skladba střešní konstrukce č. 13

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	250 - 475
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-

1.19. Střešní konstrukce č. 22

Jedná se o střešní konstrukci č. 22 (Obrázek 57). Střecha se nachází nad 7.NP a je přístupná ze střechy č. 6. Na střeše se nachází 1 střešní vpust', která je opatřena ochranným košem, který brání vtok proti zanesení nečistotami.



Obrázek 57 Pohled na střechu č. 22 a 19

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 33). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16 a 17. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 6,7 kN/m².

Tabulka 33 Skladba střešní konstrukce č. 22

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	70 - 220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	1,5
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	5
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	250 - 390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyten EPS 100 S Stabil	100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.20. Střešní konstrukce č. 23

Jedná se o střešní konstrukci č. 23 (Obrázek 58 a Obrázek 59). Střecha je rozdělena podle své skladby na střechu č. 23a, 23b, 23c a 23d (viz. Obrázek 29). Střecha se nachází nad posluchárnou ve 2.NP a je přístupná ze 3.NP okny. Střecha je spádovaná k budově, kde se nachází okapový žlab s 5 svody, které ústí na atrium objektu.



Obrázek 58 Pohled na střechu č. 23a, 23b, 23c a 23d



Obrázek 59 Pohled na střechu z terasy (střechy) 2a

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část u skladby 23a, 23b a 23d tvoří dřevěné krokve a u skladby 23c železobetonová stropní deska z betonu C30/37. Celé skladby jsou popsány v následujících tabulkách (Tabulka 34, Tabulka 35, Tabulka 36 a Tabulka 37). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $4,2 \text{ kN/m}^2$.

Tabulka 34 Skladba střešní konstrukce č. 23a

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie) s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,5
Plnoplošné bednění	24
Vzduchová mezera + latě 60/80 mm na spodní líc latí impregnovaná pěnová jednostranně lepicí těsnicí páska k utěsnění hřebíků přes pojistnou hydroizolaci a latě	80 – 260
Pojistná hydroizolace (vodotěsná, difúzně otevřená disperzní povrstvení na vysoce pevné polyesterové speciální textilií, se samolepicím okrajem pro bezpečnou ochranu v přesazích)	0,3
Bednění ve dvou vrstvách (kladené křížem)	48
Krokve 140/200 + dřevný lepený vazník uložené na ocelových botek + tepelná izolace na bázi minerální vlny určená pro střechy mezi krokvy	200
Tepelná izolace z minerálních vláken	160
Vícevrstvé desky z orientovaných plochých třísek OSB/3 zavěšené na závitové tyče Ø 10 mm po cca 1,0 m kotvené do krokví	24
Parotěsná a vzduchotěsná zábrana, energii spořicí fólie z pevného, vysoce ohebného 4vrstvého materiálu s reflexní funkcí, chránící před elektromogem včetně systémových utěšňujících komponentů	2
SDK kovový rošt s požární odolností R30 + 2x SDK tl. 12,5 mm desky se zvýšenou požární odolností	100
Závěsný systém I120 - kotvený do ocelových botek pomocí svorníků M12	120
Vzduchová mezera	350
Tepelná izolace na bázi minerální vlny vkládaná do konstrukce SDK - o objemové hmotnosti 40-80 kg/m ³	100
Akustický podhled na skrytém kovovém nosném roštu	100

Tabulka 35 Skladba střešní konstrukce č. 23b

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie) s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,5
Plnoplošné bednění	24
Vzduchová mezera + latě 60/80 mm na spodní líc latí impregnovaná pěnová jednostranně lepicí těsnicí páska k utěsnění hřebíků přes pojistnou hydroizolaci a latě	80 – 260
Pojistná hydroizolace (vodotěsná, difúzně otevřená disperzní povrstvení na vysoce pevné polyesterové speciální textilií, se samolepicím okrajem pro bezpečnou ochranu v přesazích)	0,3
Bednění ve dvou vrstvách (kladené křížem)	48
Krokve 140/200 + dřevný lepený vazník uložené na ocelových botek + tepelná izolace na bázi minerální vlny určená pro střechy mezi krokvy	200
Tepelná izolace z minerálních vláken	160
Vícevrstvé desky z orientovaných plochých třísek OSB/3 zavěšené na závitové tyče Ø 10 mm po cca 1,0 m kotvené do krokví	24
Parotěsná a vzduchotěsná zábrana, energii spořicí fólie z pevného, vysoce ohebného 4vrstvého materiálu s reflexní funkcí, chránící před elektromogem včetně systémových utěšňujících komponentů	2
2x SDK tl. 12,5 mm desky se zvýšenou požární odolností, s mezi rostem vloženou parotěsnou zábranou se všemi lepenými a dotěsněnými spoji	100
Vzduchová mezera	350
SDK podhled na nosném roštu (s.v. +2600 mm – WC, + 3100mm – chodba u vstupu do sálů, +3800 - hala), celoplošný SDK podhled 12.5 mm tmel na sdk, přebroušení, 2x nátěr na SDK v rozích akrylátový tmel/ rohová PVC lišta	100

Tabulka 36 Skladba střešní konstrukce č. 23c

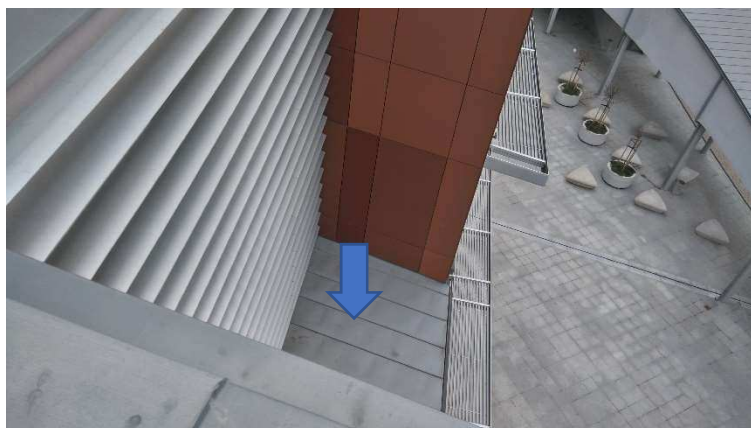
Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie) s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,5
Plnoplošné bednění	24
Vzduchová mezera + latě 60/80 mm na spodní líc latí impregnovaná pěnová jednostranně lepicí těsnicí páska k utěsnění hřebíků přes pojistnou hydroizolaci a latě	80
Pojistná hydroizolace (vodotěsná, difúzně otevřená disperzní povrstvení na vysoce pevné polyesterové speciální textilií, se samolepicím okrajem pro bezpečnou ochranu v přesazích)	0,3
Bednění ve dvou vrstvách (kladené křížem)	48
Tepelná izolace z minerálních vláken vložená mezi krokve do roštu / krokve 100/140mm	140
Parotěsná a vzduchotěsná zábrana, energii spořící fólie z pevného, vysoce ohebného 4vrstvého materiálu s reflexní funkcí, chránící před elektromogem včetně systémových utěsňujících komponentů	2
Bednění	24
Pochozí lávka – dřevěné fošny	40
Geotextilie z netkaného polyesteru 300 g/m ³	1,5
Tepelná izolace z minerálních vláken	180
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Železobetonová deska C30/37	330
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny dvojnásobný vrchní nátěr + penetrační nátěr + stěrková omítka zrnitosti 1,5 a 2mm dle návrhu architekta + armovací malta + armovací tkanina + tepelná izolace na bázi minerální vlny určená (kolmá vlákna)	300

Tabulka 37 Skladba střešní konstrukce č. 23d

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie) s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	0,5
Plnoplošné bednění	24
Dřevěně sbíjené vazníky a dřevěná konstrukce – kotvené do žb. desky C30/37	330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	250
Vícevrstvé desky z orientovaných plochých třísek OSB/4 (použití do vnějšího prostředí se zvýšeným mechanickým zatížením) kotvené na dřevěné profily, které budou uchyceny v atypických ocelových botkách kotvených do železobetonové desky	24
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny dvojnásobný vrchní nátěr + penetrační nátěr + stěrková omítka zrnitosti 1,5 a 2mm dle návrhu architekta + armovací malta + armovací tkanina + tepelná izolace na bázi minerální vlny určená (kolmá vlákna)	300

1.21. Střešní konstrukce č. 24

Jedná se o střešní konstrukci č. 24 (Obrázek 60). Střecha se nachází nad 2.NP a je přístupná pouze z okna ve 3.NP. Střecha je spádovaná směrem k atriu objektu.



Obrázek 60 Pohled na střechu č. 13

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 38). Skladba střešní konstrukce je stejná jako na střeše č. 3. Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 4,2 kN/m².

Tabulka 38 Skladba střešní konstrukce č. 24

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Titanzinkový plech – krytina s dvojitou stojatou drážkou s vloženou těsnicí páskou do falců	0,7
Difúzní strukturovaná dělicí vrstva - kombinace polypropylénových textilií a vodotěsné fólie s nakaširovanou polypropylénovou strukturovanou rohoží ve tvaru nopů	-
Bednění – prkna – impreg. fungicidy a insekticidy	26
Nosná konstrukce – dřevěný sbíjený příhradový vazník mezi vazníky tepelná izolace na bázi minerální vlny	300
Parotěsná zábrana - natavovací pás z oxidovaného asfaltu s hliníkovou vložkou	4
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	
Podhled	12,5

1.22. Střešní konstrukce č. 25

Jedná se o střešní konstrukci č. 25 (Obrázek 61 a Obrázek 62). Střecha se nachází nad 1.PP a tvoří atrium budovy. Na střeše se nacházejí odvodňovací žlaby, fontána, betonové lavičky, truhlíky s květinami, železobetonové sloupy a ocelové schodiště. Střecha je spádovaná směrem ke žlabům.



Obrázek 61 Pohled na střechu č. 25



Obrázek 62 Pohled na střechu č. 25 z budovy

Střecha je koncipovaná jako jednoplášťová. Nosnou část tvoří železobetonová stropní konstrukce z betonu C30/37. Celá skladba je popsána v následující tabulce (Tabulka 39). Stropní konstrukce je nadimenzovaná tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 26,48 kN/m².

Tabulka 39 Skladba střešní konstrukce č. 25

Vrstva (v pořadí od exteriéru)	Tloušťka [mm]
Kamenná dlažba vyspárovaná hydraulicky tvrdnoucí spárovací hmotou pro spáry 5 – 20 mm	60
Kladeční vrstva – zavlhá betonová směs	40
Drenážní rohož z prostorově orientovaných polyethylenových vláken	-
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	4
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny	4
Penetrační nátěr	-
Betonová mazanina C25/30 se sítí 100/100/6 mm (dilatace, max. velikost pole 5000/5000 mm)	100
PVC fólie, parotěsná	-
Teplná izolace z extrudovaného polystyrenu s pevností v tlaku 500 kPa, $\lambda=0,035$ (W·m-1·K-1), pro pojezd vozidel	80
Spádový beton C12/15	20 - 100
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z AL folie kaširovanou skleněnými vlákny. Na horním líci je pás opatřen jemným separačním posypem. Na spodním povrchu je opatřen separační PE fólií	4
Penetrační nátěr	
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	400
Kompletní kontaktní zateplovací systém s izolantem z minerální vlny dvojnásobný vrchní nátěr + penetrační nátěr + stěrková omítka zrnitosti 1,5 a 2mm dle návrhu architekta + armovací malta + armovací tkanina + teplná izolace na bázi minerální vlny určená (kolmá vlákna)*	80

Pozn.:

...* Tato vrstva je uvedena v projektové dokumentaci. Při prohlídce 1.PP je patrné, že tato vrstva skladby nebyla realizována.

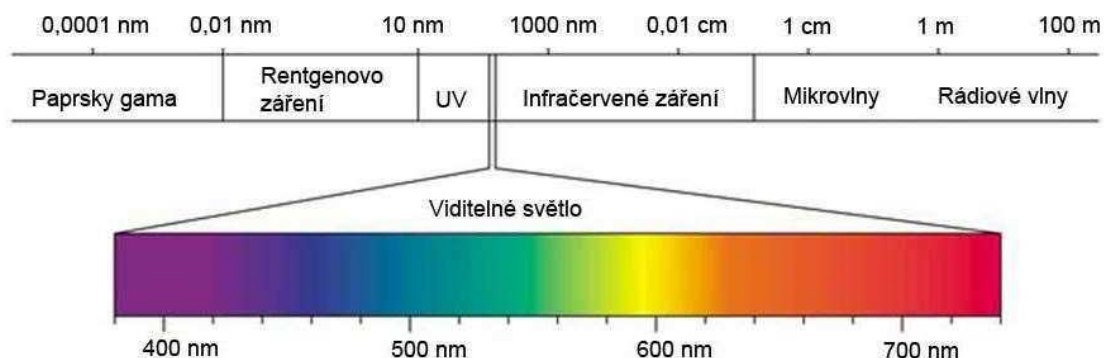
2. Zjištění úniku tepla střešními konstrukcemi č. 10, 14 a 16

Teplu se šíří třemi způsoby a to vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí) a sáláním (radiací).

- Vedení (kondukcí) tepla – především u pevných látek. Dochází k přenosu energie mezi tělesy → tepelná výměna (teplejší těleso předává teplo chladnějšímu tělesu, tak dlouho dokud nenastane rovnovážný stav).
- Proudění (konvence) – dochází k tomu na rozhraní dvou prostředí (např. obvodová stěna a vzduch).
- Sálání (radiace) – jedno těleso vyzařuje tepelnou energii, je emitované a druhé těleso tu energii přijímá (absorbuje).

Dne 1.3.2018 jsem s panem Ing. Václavem Petrášem byla zjistit únik tepla ze střechy č. 10, 14 a 16. Měření proběhlo s termokamerou, kterou jsem měla zapůjčenou ze Západočeské univerzity, z katedry mechaniky.

Termokamera zaznamenává infračervené záření. Infračervené záření (IR) je elektromagnetické záření s vlnovou délkou větší, než je viditelná lidskému oku. Původem tohoto záření jsou změny elektromagnetického pole vyvolané pohybem molekul. IR vyzařují všechna tělesa, která mají teplotu vyšší, než je absolutní nula. Absolutní nula je stav v tělese, kdy dojde k zastavení veškerých tepelných pohybů částic. To nastane při teplotě 0 K, tedy při teplotě -273,149806372 °C. Vlnová délka IR se nachází mezi 760 nm a 1 mm a vlnová délka viditelného světla je mezi 390-760 nm (Obrázek 63). Infračervené záření se dělí na tři dekády, a to na blízkou NIR (0,76-5 μm), střední MIR (5-30 μm) a vzdálenou FIR (30-1000 μm).



Obrázek 63 Elektromagnetické spektrum
[<http://labguide.cz/fluorochromy/elektromagneticke-spektrum/>]

Výsledkem termokamery je infračervený snímek (termogram), na kterém je stupnice barev s jednotlivými teplotami, díky které můžeme určit teplotu na jednotlivých konstrukcích, které se na fotografii nacházejí.

Důležitý faktor pro určení teploty konstrukcí je emisivita tělesa. Emisivita určuje schopnost tělesa vyzařovat teplo. Je to poměr intenzity vyzařovaného tělesa k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa. Emisivita absolutně černého tělesa je 1 ($\epsilon=1$), emisivita reálného tělesa tak nabývá hodnotu $\epsilon \leq 1$ (Tabulka 40).

Tabulka 40 Emisivita materiálů

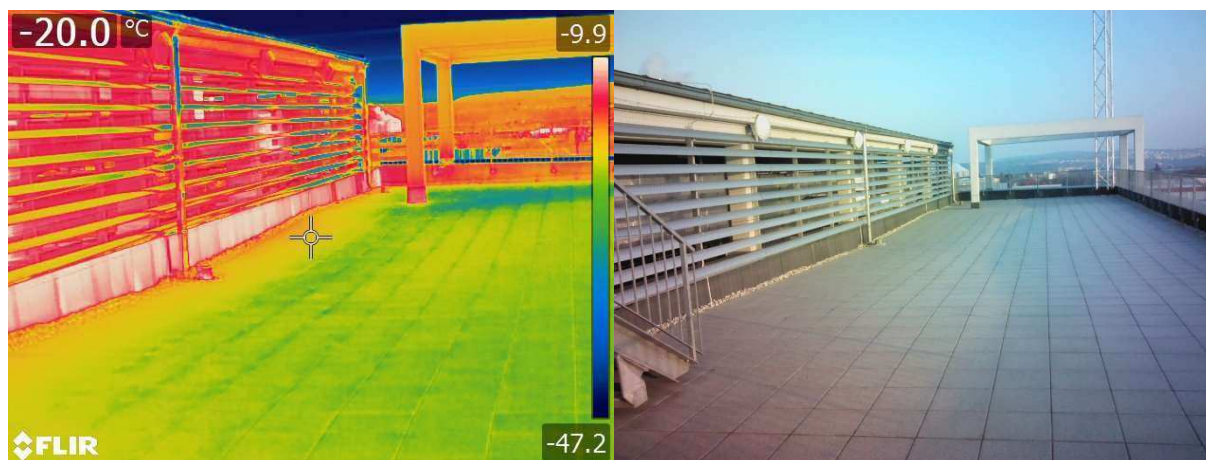
[https://www.testo.com/cz-CZ/Hodnoty+emisivit+nejd%C5%AFle%C5%BEit%C4%9Bj%C5%A1%C3%ADch+materi%C3%A1l%C5%AF/services_knownledgeable_thermography_emissivity_table]

Materiál (teplota)	Emisivita ϵ [-]
Hliník leštěný (100 °C)	0,09
Hliník silně oxidovaný (93 °C)	0,20
Cihla s omítkou (20 °C)	0,93
Beton (25 °C)	0,93
Dřevo (70 °C)	0,94
Sklo (90 °C)	0,94
Žula (20 °C)	0,45
Papír (20 °C)	0,97
Barva, různé barvy (90 °C)	0,92 – 0,96
Barva matná černá (80 °C)	0,97

Ideální použití termokamery je v ranních hodinách v měsících říjen–duben, před zahájením větrání okny a dveřmi v budově, rozdíl teplot mezi interiérem a exteriérem alespoň 15 °C a nesmí sněžit ani pršet. Všechny tyto podmínky byly splněny.

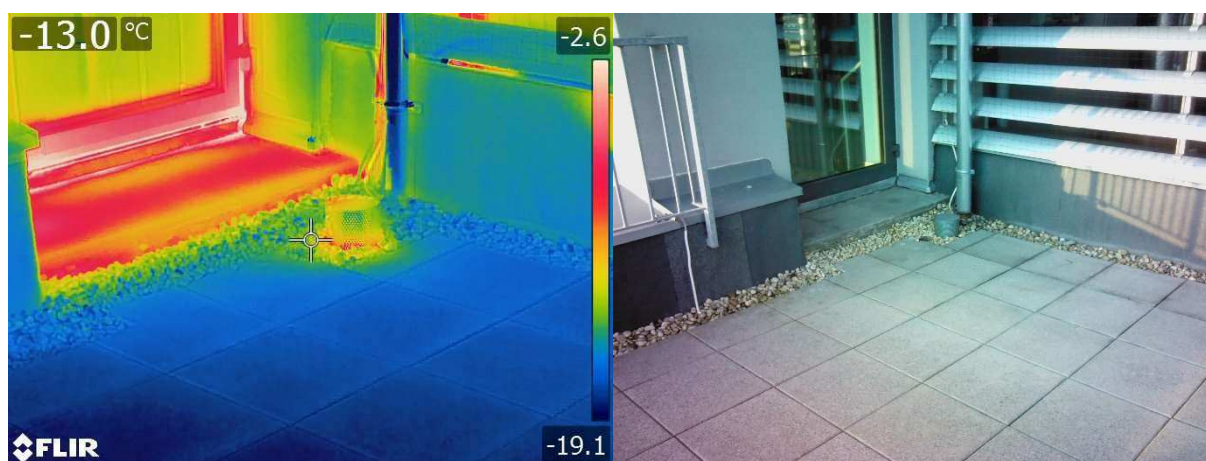
2.1. Zjištění úniku tepla ze střechy č. 10

Měření proběhlo na střeše č. 10 dne 1.3.2018 v 7:30 hod, při venkovní teplotě -12,8 °C.



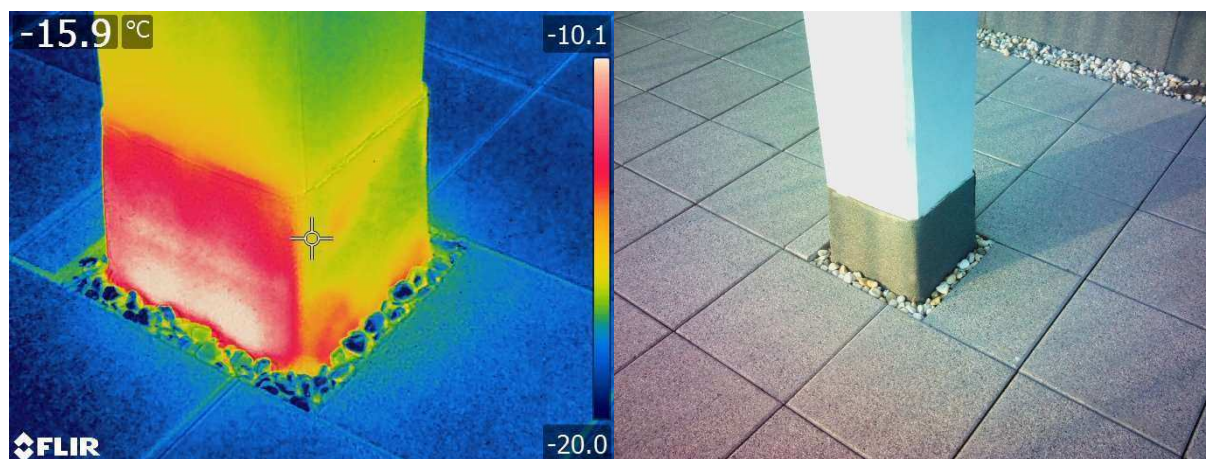
Obrázek 64 Termogram s fotkou, střecha č. 10

Na fotografii s termogramem (Obrázek 64) je patrná vyšší teplota stěn strojovny VZT. To je způsobeno rozdílnou emisivitou materiálu.



Obrázek 65 Termogram s fotkou, střecha č. 10- pohled na dveře

Na fotografii s termogramem (Obrázek 65) je patrný únik tepla v blízkosti dveří a rámem dveří. Může to být způsobeno tím, že tepelná izolace na vyvýšeném schodu chybí. Nebo také rozdílnou teplotou materiálu.

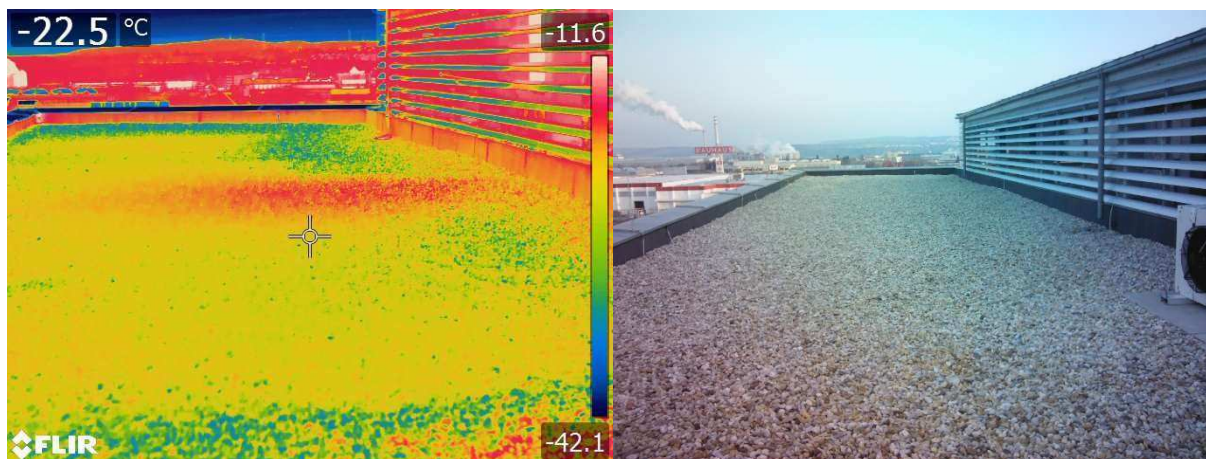


Obrázek 66 Termogram s fotkou, střecha č. 10 – pohled na žb sloup

Na fotografii (Obrázek 66) je vidět, jak slunce začalo ohřívat stranu železobetonového sloupu a zvýšilo tím jeho teplotu.

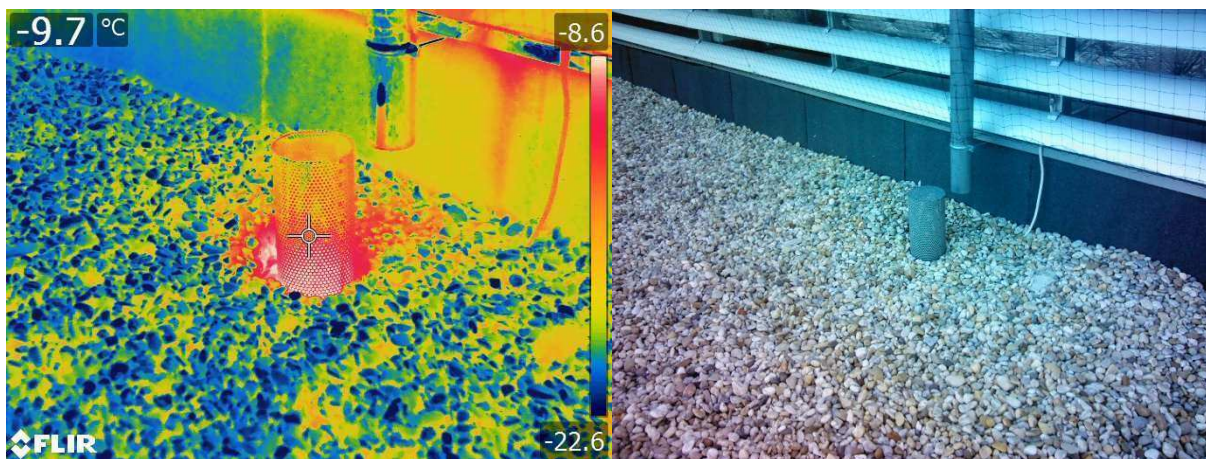
2.2. Zjištění úniku tepla ze střechy č. 14

Měření proběhlo na střeše č. 14 dne 1.3.2018 v 7:22 hod, při venkovní teplotě $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obrázek 67 Termogram s fotkou, střecha č. 14

Na fotografii s termogramem (Obrázek 67) je patrný únik tepla střešní konstrukcí. Může to být způsobeno různými faktory. Například tepelně-izolační desky mají ve styku mezi sebou mezery nebo mohla být použita jiná tepelná izolace s vyšším součinitelem tepelné vodivosti λ . Podrobnější sondy střechy nebyly prováděny, z důvodu toho, že konstrukce je stále v záruční lhůtě.

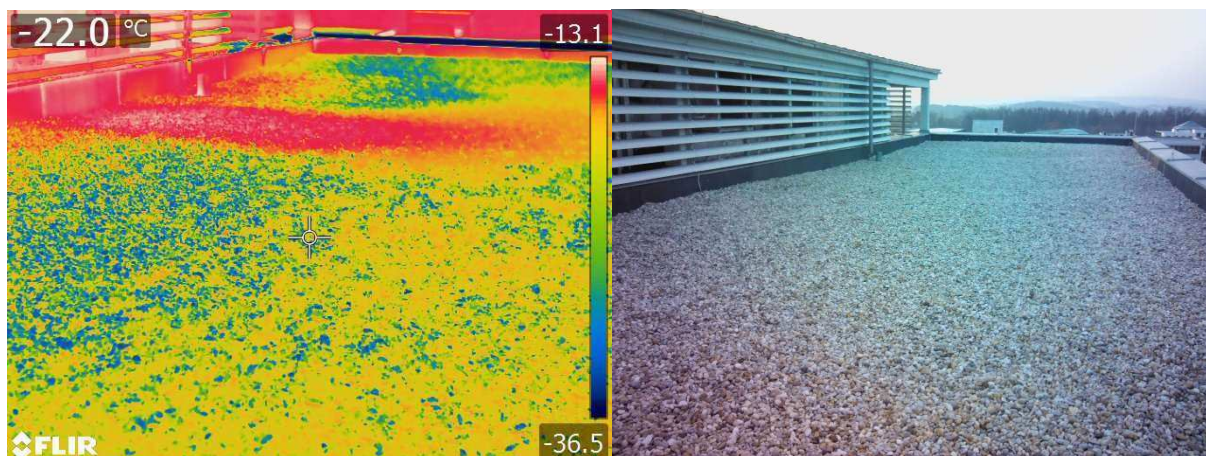


Obrázek 68 Termogram s fotkou, střecha č. 14 (střešní vpust)

Na fotografii s termogramem (Obrázek 68) je znázorněn únik tepla střešním vtokem. To je způsobeno tím, že střešní vpust' přerušuje tepelně-izolační vrstvu střešní konstrukce.

2.3. Zjištění úniku tepla ze střechy č. 16

Měření proběhlo na střeše č. 16 dne 1.3.2018 v 7:05 hod, při venkovní teplotě -13 °C.



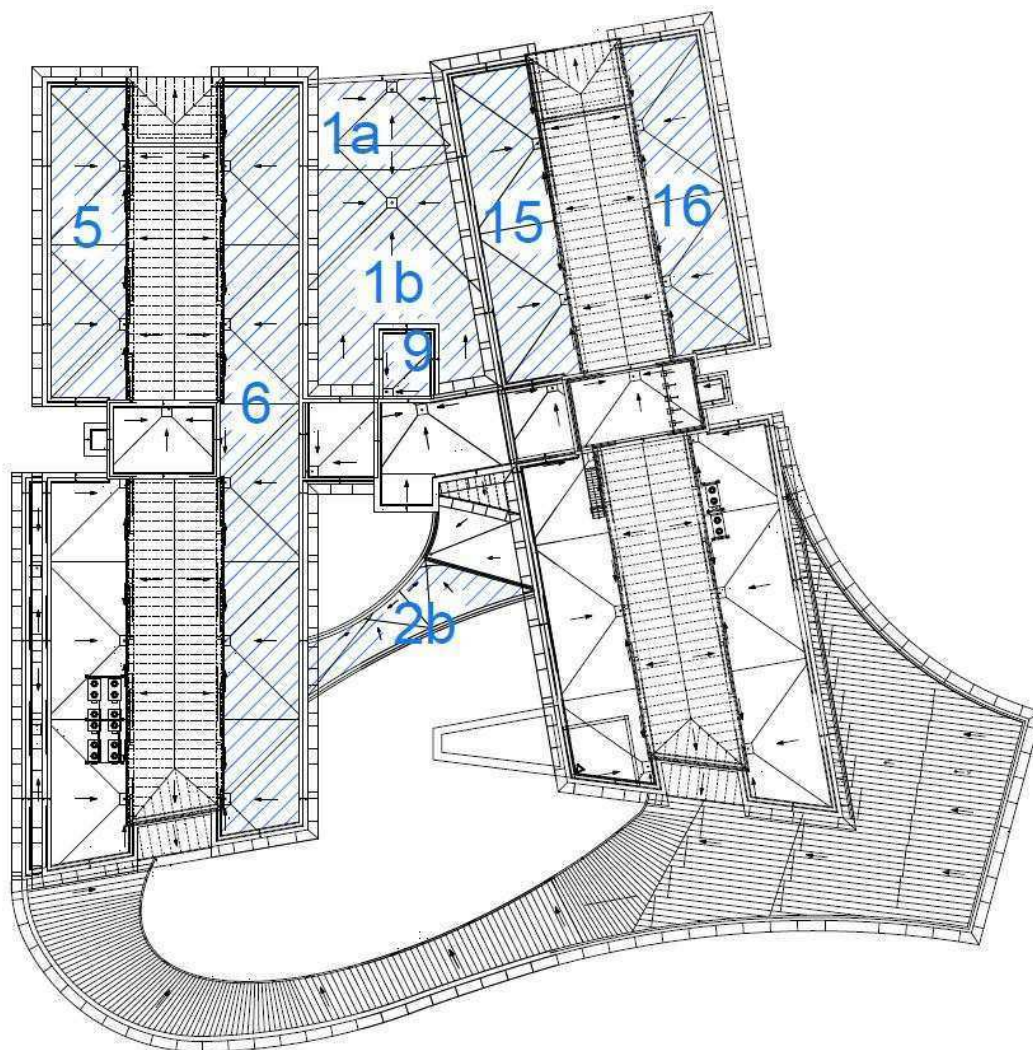
Obrázek 69 Termogram s fotkou, střeška č. 16

Na fotografii s termogramem (Obrázek 69) je patrný únik tepla střešní konstrukcí poblíž střešního vtoku. Obdobně jako u střechy č. 14. Může to být způsobeno různými faktory. Například tepelně-izolační desky mají ve styku mezi sebou mezery nebo spoje tepelně-izolačních desek jsou umístěny nad sebou. Také mohla být použita jiná tepelná izolace s vyšším součinitelem tepelné vodivosti λ . A vzhledem k tomu, že únik tepla se nachází poblíž střešního vtoku, je možné, že vtok není těsný a tepelná izolace v jeho okolí je vlhká, to má za následek vliv na tepelnou vodivost tohoto materiálu. Podrobnější sondy střechy nebyly prováděny, z důvodu toho, že konstrukce je stále v záruční lhůtě.

Výběr střešních konstrukcí pro předělání jejich skladeb na střechy zelené

Pro předělání střešních konstrukcí na střechy zelené nejsou vhodné konstrukce, na které je přístup okny, jelikož by se musel realizovat nový přístup na střechy pomocí schodiště, a to by změnilo celkový vzhled budovy. Lze tedy vyloučit střešní konstrukce č. 3, 13, 17, 23 a 24. Dále jsem vyloučila střechy, na kterých se nachází venkovní jednotky tepelného čerpadla, jelikož tepelné čerpadlo by zabíralo část plochy střechy a nevypadalo by to esteticky dobře. Jedná se o střešní konstrukce č. 4 a 14. Vyloučila jsem také střešní konstrukce č. 18, 19, 20 a 21, tyto střechy jsou realizovány nad strojnami VZT a jejich železobetonová stropní konstrukce je nadimenzovaná na menší zatížení a přístup na střechy je pouze pomocí žebříku, stejně jako střešní konstrukce č. 22, takže by se musel realizovat nový přístup pomocí schodiště. Dále není vhodná střešní konstrukce č. 2a, 10 a 11 tyto střechy mají nášlapnou vrstvu z betonových dlaždic a slouží jako terasy. Střešní konstrukce č. 7, 8 a 12 mají malou střešní plochu, takže proto jsme je nevybrala jako vhodné kandidáty na předělání na zelené střechy. Střešní konstrukce č. 25, která se nachází nad 1.PP a slouží pro shromažďování lidí, není vhodná pro realizaci zelené střechy, právě kvůli svému účelu.

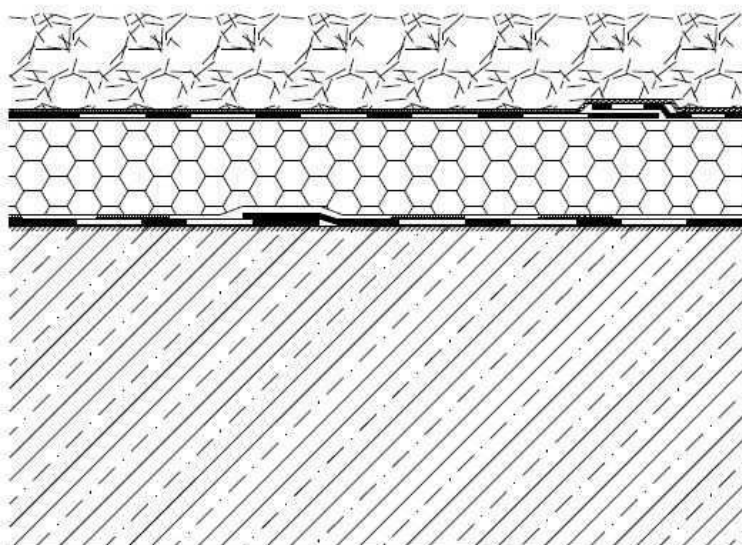
Střechy vybrané pro realizaci nové skladby na střechy zelené jsou tedy střešní konstrukce č. 1, 2b, 5, 6, 9, 15 a 16 (Obrázek 70).



Obrázek 70 Pohled na vybrané střechy, určené pro předělání na střechy zelené

1. Střešní konstrukce č. 1

Jedná se o střešní konstrukci č. 1a a 1b. Přístup na střechu je z chodby v 1.NP, dveřmi. Stropní konstrukce je navržena tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení 26,48 kN/m² (viz Obrázek 31). Stávající skladba střechy 1a a 1b (Obrázek 71) s výpisem zatížení, které působí na železobetonovou stropní konstrukci, je popsána v následující tabulce (Tabulka 41). Stávající návrhové zatížení od vrstev střechy činí 3,754 kN/m².



Obrázek 71 Řez střešou č. 1a a 1b – stávající stav

Tabulka 41 Skladba střechy č. 1a a 1b – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Kačírek - valounky ø 16-32 mm	0,070-0,17*	2200	22	2,64	1,35	3,564
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-					
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,040-0,10*	20	0,2	0,014		0,019
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	2,78		3,754

Tepelně-izolační desky jsou z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil, který má zatížení v tlaku 100 kPa a pro střechy pochozí zelené je vhodné použít pěnový polystyren se zatížením v tlaku alespoň 150 kPa. Tento problém se dá řešit tím, že na stávající tepelnou izolaci EPS 100 S Stabil se přidá vrstva tepelné izolace EPS 150 S v tloušťce min. 100 mm. Bohužel u této střechy to nelze realizovat, jelikož tepelná izolace se zde pohybuje v malé tloušťce 40 mm. Proto bude muset dojít k výměně celé skladby střechy, až po úroveň parotěsnící vrstvy.

Tepelně-technické posouzení stávající skladby střechy

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci střechy nad garážemi, které jsou nevytápěné, tak součinitele prostupu tepla U , který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Výpočet užitého zatížení

Střecha bude koncipovaná jako střecha plochá jednoplášťová pochozí.

	g_k [kN/m ²]	γ	g_D [kN/m ²]
C1: Plochy ve škole	3,0		4,5

Výpočet zatížení sněhem

Plzeň → I. sněhová oblast → $s_k = 0,7$ kPa

Výpočet charakteristické hodnoty zatížení sněhem: $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56$ kN/m²

μ_i tvarový součinitel pro sklon $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu = 0,8$

C_e součinitel expozice, který má obvykle hodnotu 1 (pro normální typ krajiny)

C_t tepelný součinitel, který má obvykle hodnotu 1

s_k charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Výpočet návrhové hodnoty zatížení sněhem: $s_d = s_k \cdot \gamma = 0,56 \cdot 1,5 = 0,84$ kN/m²

γ součinitel zatížení 1,5

Výpočet zatížení větrem

Plzeň → II. větrná oblast → $v_{b,0} = 25$ m/s

II. kategorie terénu (krajiny s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky)

→ $z_0 = 0,05$ m

→ $z_{min} = 2$ m

c_{dir} součinitel směru větru, podle národní přílohy ČR je 1

c_{season} součinitel ročního období, podle národní přílohy ČR je 1

$c_{0,z}$ součinitel orografie 1

Výška střechy je cca 3 m

Součinitel terénu: $k_r = 0,19 (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,05/0,05)^{0,07} = 0,19$

Základní rychlost větru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$

Součinitel drsnosti terénu: $c_r(z=3) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(3/0,05) = 0,78$

Střední rychlost větru: $v_m(z=3) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,78 \cdot 1 \cdot 25 = 19,45 \text{ m/s}$

Vliv turbulencí:

k_t součinitel turbulence, většinou 1

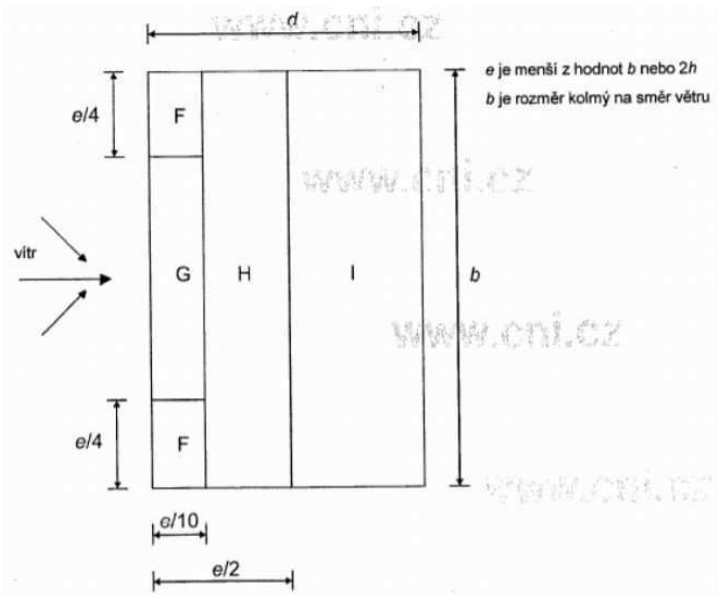
ρ měrná hmotnost vzduchu, závisí na nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu,
 $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Vliv turbulence: $I_v(z=3) = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{3}{0,05})} = 0,244$

Součinitel expozice: $c_e(z) = ((v_m(z)/v_b)^2) \cdot [1 + 7I_v(z)] = (19,45/25)^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,244) = 1,64$

Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625 \text{ N/m}^2$

Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,64 \cdot 390,625 = 640,15 \text{ N/m}^2 = 0,640 \text{ kN/m}^2$



Obrázek 72 Označení oblastí plochých střech

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Tabulka 42 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h=0,025$	1,6	2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
								+0,2	-0,2

$h_p = \text{cca } 0,8 \text{ m}$

$h = \text{cca } 3 \text{ m}$

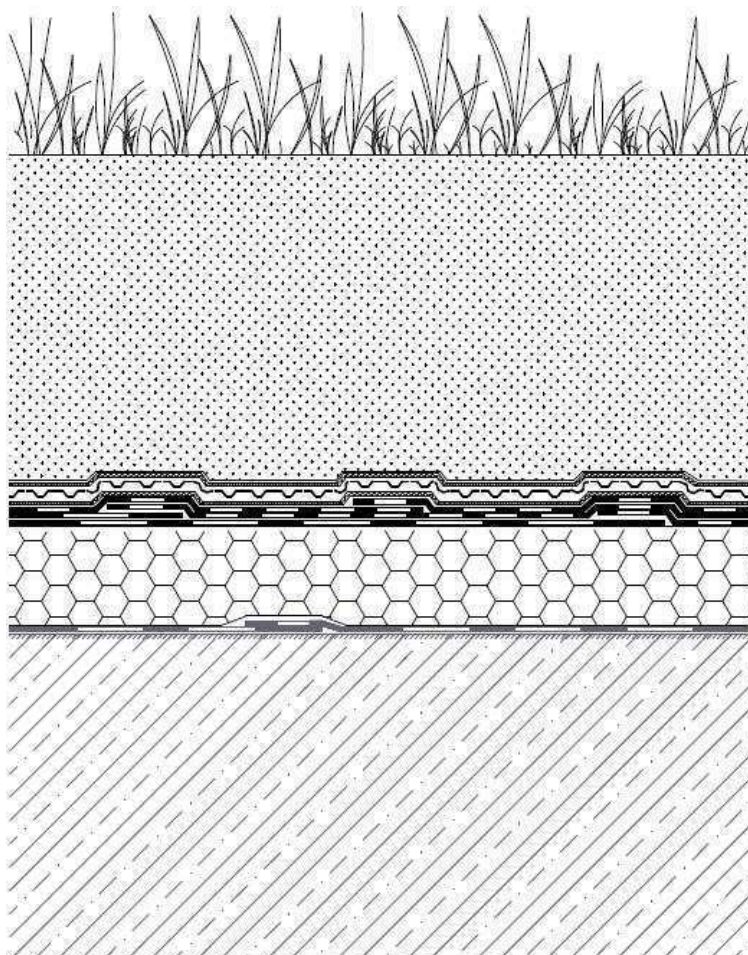
Tlak větru: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}, c_{pe}$ (z Tabulky 42 pro $A > 10 \text{ m}^2$ $c_{pe} = c_{pe,10}$)

Tabulka 43 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 1a a 1b

Plochá střecha s atikou	Oblasti			
	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,7	+0,2; -0,2
w_e [kN/m ²]	-0,768	-0,512	-0,448	0,128; -0,128

1.1. Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů

Střecha bude koncipovaná jako střecha plochá jednoplášťová pochozí. Uvažuji zde užité zatížení C1: Plochy ve školách. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy. Nová skladba zelené střechy intenzivní (Obrázek 73), pro střešní konstrukci č. 1a a 1b, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 44). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit 6,366 N/m², což je o 2,612 kN/m² více, než má stávající skladba.



Obrázek 73 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta A (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 44 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Substrát pro intenzivní zeleň	0,4-0,5*	950	9,5	4,275	1,35	5,771
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulací vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,0945
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,040-0,10*	28	0,28	0,0196		0,026
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-	-	-	-		-
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy				Celkem	4,715	6,366

Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $6,366+4,5+0,84= 11,706 \text{ kN/m}^2$
 $11,706 \text{ kN/m}^2 < 26,48 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Pro intenzivní zeleň lze použít i násyp zeminy. Násyp zeminou má větší objemovou hmotnost než násyp substrátu a to cca 2000 kg/m^3 . Proto při použití zeminy si musíme dát pozor na zvětšené zatížení na železobetonovou stropní konstrukci.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy – Varianta A

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci střechy nad garážemi, které jsou nevytápěné, tak součinitele prostupu tepla U, který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

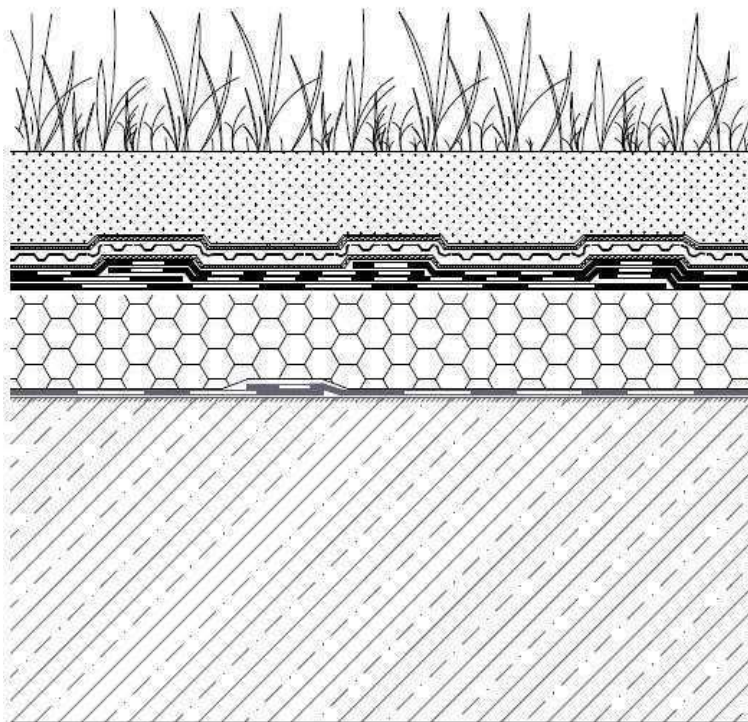
U této varianty dojde k odstranění střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku, geotextilie, speciálního hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů a spádových klínů z pěnového

polystyrenu EPS 100 S. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických kotev. Na tepelně-izolační vrstvu budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

Obdobně lze realizovat zelenou střechu extenzivní (Obrázek 74), jediná změna bude v tloušťce substrátu a v jeho objemové hmotnosti. Tím se následně změní vlastní tíha skladby střechy.

Výpočet zatížení na střechu bude stejný, jako u střechy intenzivní, bude se lišit jen zatížení od vrstvy substrátu. Výpočet zatížení vlastní tíhy střešního souvrství je popsáno v následující tabulce (Tabulka 45). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $1,871 \text{ kN/m}^2$, což je o $1,883 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 74 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 45 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

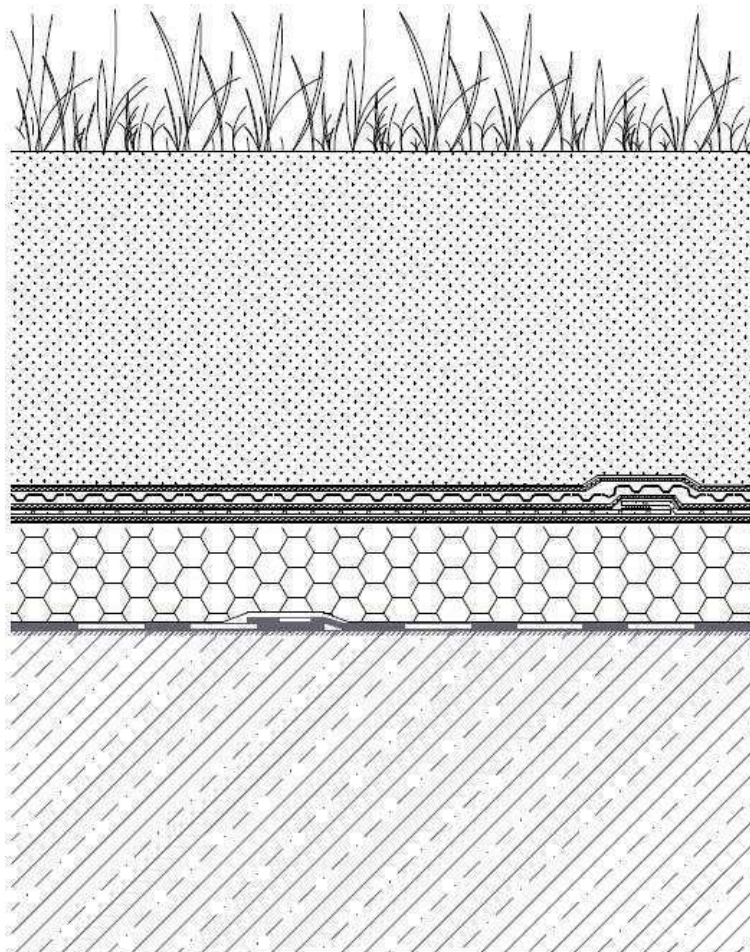
Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,1-0,2*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,040-0,10*	28	0,28	0,02		0,026
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-	-	-	-		-
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy				Celkem	1,385	1,871

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $1,871+4,5+0,84= 7,211 \text{ kN/m}^2$
 $7,211 \text{ kN/m}^2 < 26,48 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

1.2. Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie

Střecha bude koncipovaná jako střecha plochá jednoplášťová pochozí. Uvažuji zde užité zatížení C1: Plochy ve školách. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena měkčenou PVC fólií. Nová skladba zelené střechy intenzivní (Obrázek 75), pro střešní konstrukci č. 1a a 1b, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 46). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $6,166 \text{ kN/m}^2$, což je o $2,412 \text{ kN/m}^2$ více, než má stávající skladba.



Obrázek 75 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta B (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 46 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Substrát pro intenzivní zeleň	0,4-0,5*	950	9,5	4,275	1,35	5,771
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulací vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,040-0,10*	28	0,28	0,0196		0,026
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	
Pozn.:						
*... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	4,568		6,166

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $6,166+4,5+0,84= 11,506 \text{ kN/m}^2$
 $11,506 \text{ kN/m}^2 < 26,48 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Pro intenzivní zeleň lze použít i násyp zeminy. Násyp zeminou má větší objemovou hmotnost než násyp substrátu a to cca 2000 kg/m^3 . Proto při použití zeminy si musíme dát pozor na zvětšené zatížení na železobetonovou stropní konstrukci.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci střechy nad garážemi, které jsou nevytápěné, tak součinitele prostupu tepla U, který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísni na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

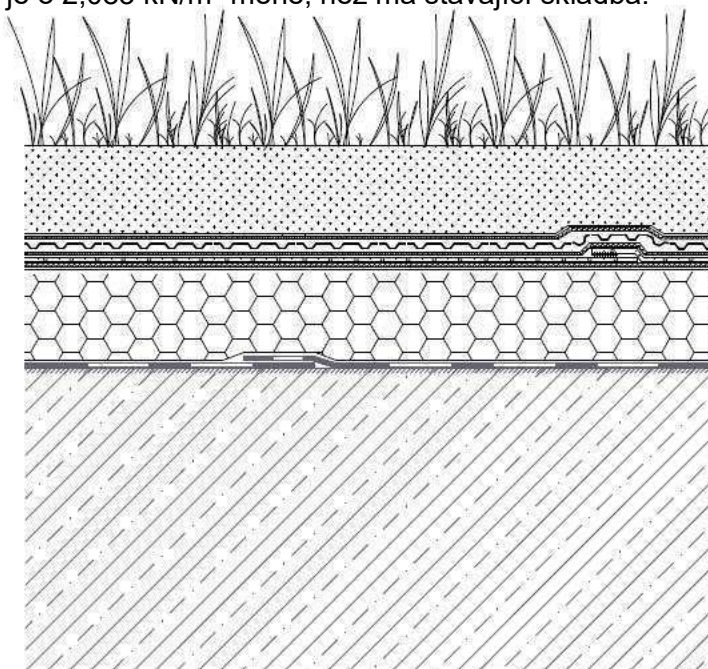
U této varianty dojde k odstranění střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku, geotextilie, speciálního hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů a spádových klínů z pěnového polystyrenu EPS 100 S. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických

kotev. Na tepelně-izolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie. Finální hydroizolační vrstvu bude tvořit měkčená fólie se skelněnou výztužnou vložkou, která je určena pro vegetační střechy. Na hydroizolační vrstvu bude položena separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

Obdobně lze realizovat zelenou střechu extenzivní (Obrázek 76), jediná změna bude v tloušťce substrátu a v jeho objemové hmotnosti. Tím se následně změní vlastní tíha skladby střechy.

Výpočet zatížení na střechu bude stejný, jako u střechy intenzivní, bude se lišit jen zatížení od vrstvy substrátu. Výpočet zatížení vlastní tíhy střešního souvrství je popsán v následující tabulce (Tabulka 47). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $1,671 \text{ kN/m}^2$, což je o $2,083 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 76 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 47 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,1-0,2*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,040-0,10*	28	0,28	0,02		0,026
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy				Celkem	1,238	1,671

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $1,671+4,5+0,84= 7,011 \text{ kN/m}^2$
 $7,011 \text{ kN/m}^2 < 26,48 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi = 0,5$.

1.3. Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy

Pro realizaci zelené střechy z hlediska zatížení jsou vhodné Varianty A i B. Z hlediska možnosti provedení nelze realizovat varianty s intenzivní zelení. Na následující fotografii (Obrázek 77) je zřetelné, že od hlavní hydroizolační vrstvy zbývá cca 200 mm.



Obrázek 77 Foto dveří střechy č. 1a a 1b

Stávající skladba od stropní konstrukce, u okraje střechy, činí 180 mm, nová skladba s intenzivní zelení cca 535 mm \rightarrow nevyhovuje. Nová skladba může být vysoká maximálně 300 mm. Proto lze uvažovat pouze varianty s extenzivní zelení.

Vzhledem k tomu, že stávající skladba ploché střechy, má hlavní hydroizolační vrstvu z asfaltových pásů, tak i pro návrh zelené střechy volím Variantu A s hlavní hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a s extenzivní zelení.

Stavba řeší předělání stávající jednoplášťové nepochozí ploché střechy na střechu jednoplášťové vegetační pochozí s extenzivní zelení.

Stavbou se nebude zásadně měnit výškové ani půdorysné uspořádání objektu. Stavební úpravy nebudou mít vliv na zásady funkčního a dispozičního řešení stavby, řešení vegetačních úprav okolí objektu včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

Jedná se o stavební úpravy bez vlivu na zastavěnost území, kapacitu, obestavěné prostory a orientaci stavby.

Vzhledem k omezenému rozsahu stavebních úprav lze konstatovat, že stavební úpravy nebudou mít negativní vliv na mechanickou odolnost a stabilitu konstrukcí.

Výpočet kotevního plánu střechy

Pro zjištění správného počtu kotev na 1 m² se vychází z normy ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení a z pokynů pro evropské technické schválení ETAG 006 Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků. Norma uvádí, že u kotvených skladeb jednoplášťových střech s povlakovou hydroizolací a klasickým pořadím vrstev, se doporučuje kotvit desky tepelné izolace alespoň 2 kotvami na 1 m². Z praktických důvodů je lepší volit min. 3 kotvy na 1 m².

Pro výpočet množství kotev je zapotřebí znát hodnoty W_{adm} a F_{adm} . W_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek a F_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek dle výtažných zkoušek. V ETAG 006 je uvedeno, že pro navrhování se má použít nižší z hodnot W_{adm} a F_{adm} . Dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek $W_{adm} = 0,4$ kN, jedná se o doporučenou únosnost jednoho kotevního prvku, tj. hodnota výtažné síly min. 1,2 kN. Hodnota F_{adm} se počítá z rovnice $F_{adm} = X/v$, kde X je střední hodnota ze všech výtažných zkoušek a součinitel v je bezpečnostní součinitel, který pro všechny betonové střešní konstrukce se rovná 3,0.

Vzhledem k tomu, že se jedná o skladbu, která je přitížená substrátem, tak se musí spočítat, jestli kotevní prvky budou zapotřebí. Nejvyšší hodnota sání větru je $1,026 \cdot 1,5 = 1,52$ kN/m², tíha substrátu a nopové fólie činí $0,945 + 0,196 = 1,141$ kN/m², což je méně, než je zapotřebí k zamezení sání větru. Proto budou realizovány kotevní prvky.

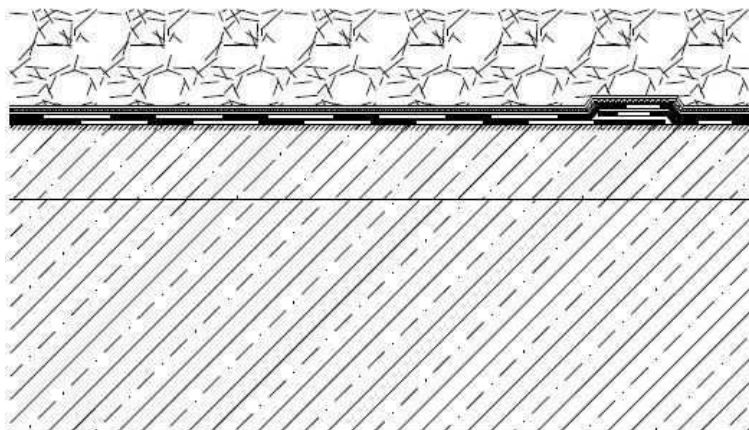
Výtažné zkoušky nelze realizovat, proto budu počítat s hodnotou 0,4 kN. Počet kotev se stanoví jako podíl vypočteného tlaku větru a dovoleného zatížení na kotevní prvek W_{adm} (Tabulka 48). Při realizaci stavby dodavatel zajistí provedení výtažných zkoušek.

Tabulka 48 Výpočet počtu kotev na m² střechy č. 1a a 1b

Pásmo	w_e [kN/m ²]	γ	$w_{e,d}$ [kN/m ²]	W_{adm} [kN]	Teoretický počet kotev na m ² [ks]
F	-0,768	1,5	-1,152	0,4	2,88 = 3 ks
G	-0,512	1,5	-0,768	0,4	1,92 = 3 ks
H	-0,448	1,5	-0,672	0,4	1,68 = 3 ks
I	0,128; -0,128	1,5	0,192; -0,192	0,4	0,48 = 3 ks

2. Střešní konstrukce č. 2b

Jedná se o střešní konstrukci č. 2b. Přístup na střechu je přes atiku a zábradlí střechy č. 2a. Střecha č. 2a je přístupná dveřmi, z chodby ve 2.NP. Stropní konstrukce je navržena tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $6,7 \text{ kN/m}^2$ (viz Obrázek 30). Stávající skladba střechy 2b (Obrázek 78) s výpisem zatížení, které působí na železobetonovou stropní konstrukci, je popsána v následující tabulce (Tabulka 49). Stávající návrhové zatížení od vrstev střechy činí $4,472 \text{ kN/m}^2$.



Obrázek 78 Řez střechou č. 2b – stávající stav

Tabulka 49 Skladba střechy č. 2b – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m^3]	Objemová tíha [kN/m^3]	g_k [kN/m^2]	γ	g_D [kN/m^2]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	0,05-0,15*	2200	22	2,2	1,35	2,97
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m^2	-					
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,004	1400	14	0,056		0,076
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Spádový beton C12/15	0,050-0,15*	1000	10	1		1,35
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy				Celkem	3,312	4,472

Tepelně-technické posouzení stávající skladby střechy

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci balkónu a konstrukce není shora ani zdola napojena na vytápěnou nebo nevytápěnou konstrukci, tak součinitel prostupu tepla U , který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

Výpočet užitečného zatížení

Střecha bude koncipovaná jako střecha plochá jednoplášťová nepochozí.

	g_k [kN/m^2]	γ	g_D [kN/m^2]
H: Střechy nepřístupné s výjimkou údržby a oprav	0,75	1,5	1,125

Výpočet zatížení sněhem

Plzeň → I. sněhová oblast → $s_k = 0,7$ kPa

Výpočet charakteristické hodnoty zatížení sněhem: $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56$ kN/m²

μ_i tvarový součinitel pro sklon $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu = 0,8$

C_e součinitel expozice, který má obvykle hodnotu 1 (pro normální typ krajiny)

C_t tepelný součinitel, který má obvykle hodnotu 1

s_k charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Výpočet návrhové hodnoty zatížení sněhem: $s_d = s_k \cdot \gamma = 0,56 \cdot 1,5 = \mathbf{0,84}$ kN/m²

γ součinitel zatížení 1,5

Výpočet zatížení větrem

Plzeň → II. větrná oblast → $v_{b,0} = 25$ m/s

II. kategorie terénu (krajiny s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky)

→ $z_0 = 0,05$ m → $z_{min} = 2$ m

C_{dir} součinitel směru větru, podle národní přílohy ČR je 1

C_{season} součinitel ročního období, podle národní přílohy ČR je 1

$C_{0,z}$ součinitel orografie 1

Výška střechy je cca 5 m

Součinitel terénu: $k_r = 0,19 (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,05/0,05)^{0,07} = 0,19$

Základní rychlost větru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25$ m/s

Součinitel drsnosti terénu: $c_r(z=5) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(5/0,05) = 0,87$

Střední rychlost větru: $v_m(z=5) = c_r(z) \cdot C_{0,z} \cdot v_b = 0,87 \cdot 1 \cdot 25 = 21,87$ m/s

Vliv turbulencí:

k_t součinitel turbulence, většinou 1

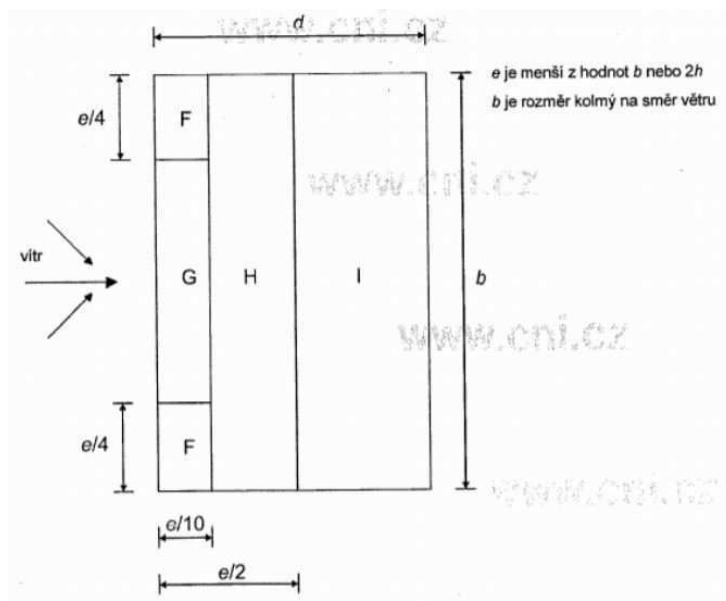
ρ měrná hmotnost vzduchu, závisí na nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu,
 $\rho = 1,25$ kg/m³

Vliv turbulence: $I_v(z=5) = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{5}{0,05})} = 0,217$

Součinitel expozice: $c_e(z) = ((v_m(z)/v_b)^2) \cdot [1 + 7I_v(z)] = (21,87/25)^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,217) = 1,93$

Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625$ N/m²

Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,93 \cdot 390,625 = 753,33$ N/m² = 0,753 kN/m²



Obrázek 79 Označení oblastí plochých střech

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Tabulka 50 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h=0,025$	1,6	2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	

$h_p =$ cca 0,3 m

$h =$ cca 5 m

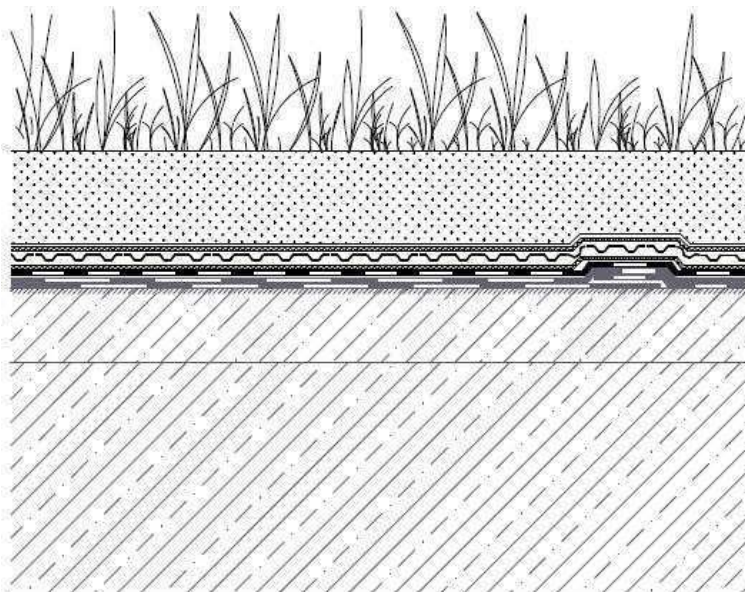
Tlak větru: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe}$, C_{pe} (z Tabulky 50 pro $A > 10 \text{ m}^2$ $C_{pe} = C_{pe,10}$)

Tabulka 51 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 2b

Plochá střecha s atikou	Oblasti			
	F	G	H	I
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,7	+0,2; -0,2
w_e [kN/m ²]	-0,904	-0,602	-0,527	0,151; -0,151

2.1. Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů

Vzhledem k tomu, že střecha bude nadále koncipovaná jako jednoplášťová nepochozí, tak zde uvažují pouze skladbu střechy pro extenzivní zeleň. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy. Nová skladba zelené střechy extenzivní (Obrázek 80), pro střešní konstrukci č. 2b, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 52). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit 3,138 kN/m², což je o 1,334 kN/m² méně, než má stávající skladba.



Obrázek 80 Řez střechou č. 2b – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 52 Skladba zelené střechy č. 2b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulací vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivem proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,004	1400	14	0,056		0,076
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Spádový beton C12/15	0,050-0,15*	1000	10	1		1,35
Pozn.:			Celkem	2,323		3,138

*... Pro výpočet zatížení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $3,138+1,125+0,84= 5,103\text{kN/m}^2$
 $5,103\text{ kN/m}^2 < 6,7\text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci balkónu a konstrukce není shora ani zdola napojena na vytápěnou nebo nevytápěnou konstrukci, tak součinitele prostupu tepla U , který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

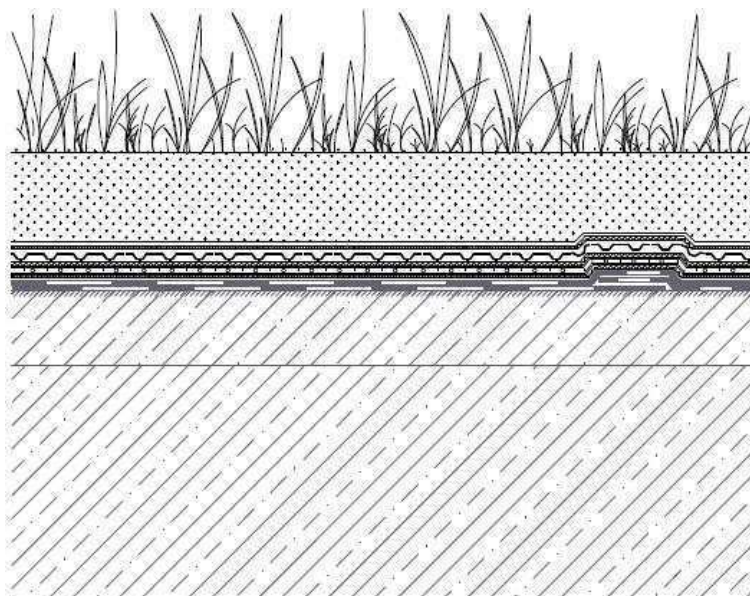
Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění kačírku a netkané textilie. Skladba bude nadále koncipovaná jako jednoplášťová nepochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu, tvořenou SBS modifikovanými asfaltovými pásy s vložkou z polyesterové rohože, budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

2.2. Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie

Vzhledem k tomu, že střecha bude nadále koncipovaná jako jednoplášťová nepochozí, tak zde uvažuji pouze skladbu střechy pro extenzivní zeleň. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena měkčenou PVC fólií. Nová skladba zelené střechy extenzivní (Obrázek 81), pro střešní konstrukci č. 2b, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 53). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $3,071\text{ kN/m}^2$, což je o $1,401\text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 81 Řez střechou č. 2b – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 53 Skladba zelené střechy č. 2b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulární vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,004	1400	14	0,056		0,076
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Spádový beton C12/15	0,050-0,15*	1000	10	1		1,35
Pozn.:			Celkem	2,274		3,071

*... Pro výpočet zatížení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy

Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $3,071+1,125+0,84= 5,036 \text{ kN/m}^2$
 $5,036 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci balkónu a konstrukce není shora ani zdola napojena na vytápěnou nebo nevytápěnou konstrukci, tak součinitele prostupu tepla U, který vychází z normy ČSN 73 0540, je bez požadavku.

Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění kačírku a netkané textilie. Skladba bude nadále koncipovaná jako jednoplášťová nepochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu, tvořenou SBS modifikovanými asfaltovými pásy s vložkou z polyesterové rohože, bude položena ochranná separační netkaná textilie. Finální hydroizolační vrstvu bude tvořit měkčená fólie se skleněnou výztužnou vložkou, která je určena pro vegetační střechy. Na hydroizolační vrstvu bude položena separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulární vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

2.3. Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy

Pro realizaci zelené střechy z hlediska zatížení a z hlediska proveditelnosti jsou vhodné Varianty A i B. Na následující fotografii (Obrázek 82) je zřetelné, že od hlavní hydroizolační vrstvy zbývá cca 300 mm.



Obrázek 82 Foto dveří střechy č. 1a a 1b

Stávající skladba od stropní konstrukce, u okraje střechy, činí cca 200 mm, nová skladba s extenzivní zelení cca 285 mm → vyhovuje.

Vzhledem k tomu, že stávající skladba ploché střechy, má hlavní hydroizolační vrstvu z asfaltových pásů, tak i pro návrh zelené střechy volím variantu A s hlavní hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a s extenzivní zelení.

Stavba řeší předělání stávající jednoplášťové nepochozí ploché střechy na střechu jednoplášťové vegetační pochozí s extenzivní zelení.

Stavbou se nebude zásadně měnit výškové ani půdorysné uspořádání objektu. Stavební úpravy nebudou mít vliv na zásady funkčního a dispozičního řešení stavby, řešení vegetačních úprav okolí objektu včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

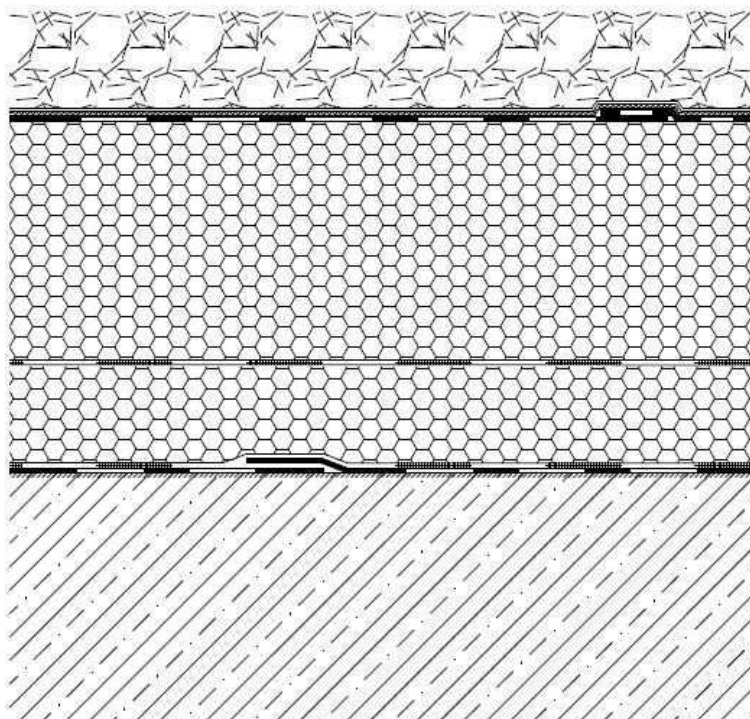
Jedná se o stavební úpravy bez vlivu na zastavěnost území, kapacitu, obestavěné prostory a orientaci stavby.

Vzhledem k omezenému rozsahu stavebních úprav lze konstatovat, že stavební úpravy nebudou mít negativní vliv na mechanickou odolnost a stabilitu konstrukcí.

3. Střešní konstrukce č. 5, 6 a 9

Jedná se o střešní konstrukci č. 5, 6 a 9 (Obrázek 83). Přístup na střechu č. 5 a 6 je dveřmi z chodby v 5.NP, v části budovy B a střecha č. 9 je přístupná ze spojovacího krčku v 5.NP, v části budovy A, také dveřmi. Stropní konstrukce je navržena tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $6,7 \text{ kN/m}^2$ (viz Obrázek 30). Střechy č. 5, 6 a 9 mají stejnou skladbu a jsou ve stejné výškové úrovni, proto lze uvažovat zatížení a navrhované varianty stejné.

Stávající skladba střechy č. 5, 6 a 9 s výpisem zatížení, které působí na železobetonovou stropní konstrukci, je popsána v následující tabulce (Tabulka 54). Stávající návrhové zatížení od vrstev střechy činí $4,718 \text{ kN/m}^2$.



Obrázek 83 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – stávající stav

Tabulka 54 Střecha č. 5, 6 a 9 – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Kačírek - valounky ø 16-32 mm	0,070-0,22*	2200	22	3,19	1,35	4,307
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-					
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,064		0,086
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	3,494		4,718

Tepelně-izolační desky jsou z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil, který má zatížení v tlaku 100 kPa a pro střechy pochozí zelené je vhodné použít pěnový polystyren se zatížením v tlaku alespoň 150 kPa. Tento problém se dá řešit tím, že na stávající tepelnou izolaci EPS 100 S Stabil se přidá vrstva tepelné izolace EPS 150 S v tloušťce min. 100 mm.

Tepelně-technické posouzení stávající skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U stávající skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Výpočet užitečného zatížení

Střecha bude koncipovaná jako střecha plochá jednoplášťová pochozí s omezeným počtem osob.

	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
C1: Plochy ve škole	3,0	1,5	4,5

Výpočet zatížení sněhem

Plzeň → I. sněhová oblast → $s_k = 0,7$ kPa

Výpočet charakteristické hodnoty zatížení sněhem: $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56$ kN/m²

μ_i tvarový součinitel pro sklon $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu = 0,8$

C_e součinitel expozice, který má obvykle hodnotu 1 (pro normální typ krajiny)

C_t tepelný součinitel, který má obvykle hodnotu 1

s_k charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Výpočet návrhové hodnoty zatížení sněhem: $s_d = s_k \cdot \gamma = 0,56 \cdot 1,5 = \mathbf{0,84}$ kN/m²

γ součinitel zatížení 1,5

Výpočet zatížení větrem

Plzeň → II. větrná oblast → $v_{b,0} = 25$ m/s

II. kategorie terénu (krajiny s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky)

→ $z_0 = 0,05$ m

→ $z_{min} = 2$ m

C_{dir} součinitel směru větru, podle národní přílohy ČR je 1

C_{season} součinitel ročního období, podle národní přílohy ČR je 1

$C_{0,z}$ součinitel orografie 1

Výška střechy je cca 17,5 m

Součinitel terénu: $k_r = 0,19 (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,05/0,05)^{0,07} = 0,19$

Základní rychlost větru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25$ m/s

Součinitel drsnosti terénu: $c_r(z=17,5) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(17,5/0,05) = 1,11$

Střední rychlost větru: $v_m(z=17,5) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1,11 \cdot 1 \cdot 25 = 27,83$ m/s

Vliv turbulencí:

k_t součinitel turbulence, většinou 1

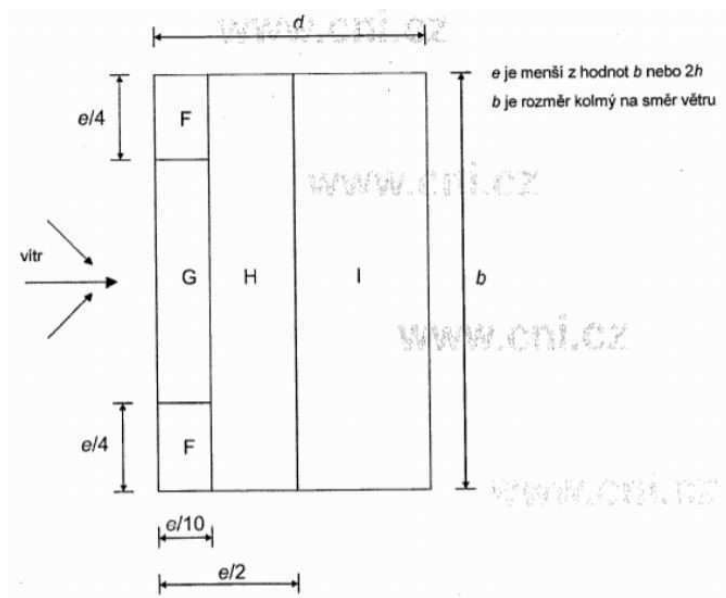
ρ měrná hmotnost vzduchu, závisí na nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu,
 $\rho = 1,25$ kg/m³

Vliv turbulence: $I_v(z=3) = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{17,5}{0,05})} = 0,17$

Součinitel expozice: $c_e(z) = ((v_m(z)/v_b)^2) \cdot [1 + 7I_v(z)] = (27,83/25)^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,17) = 2,71$

Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625$ N/m²

Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 2,71 \cdot 390,625 = 1059,7$ N/m² = 1,06 kN/m²



Obrázek 84 Označení oblastí plochých střech

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Tabulka 55 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h=0,025$	1,6	2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	

$h_p = \text{cca } 0,8 \text{ m}$

$h = \text{cca } 17,5 \text{ m}$

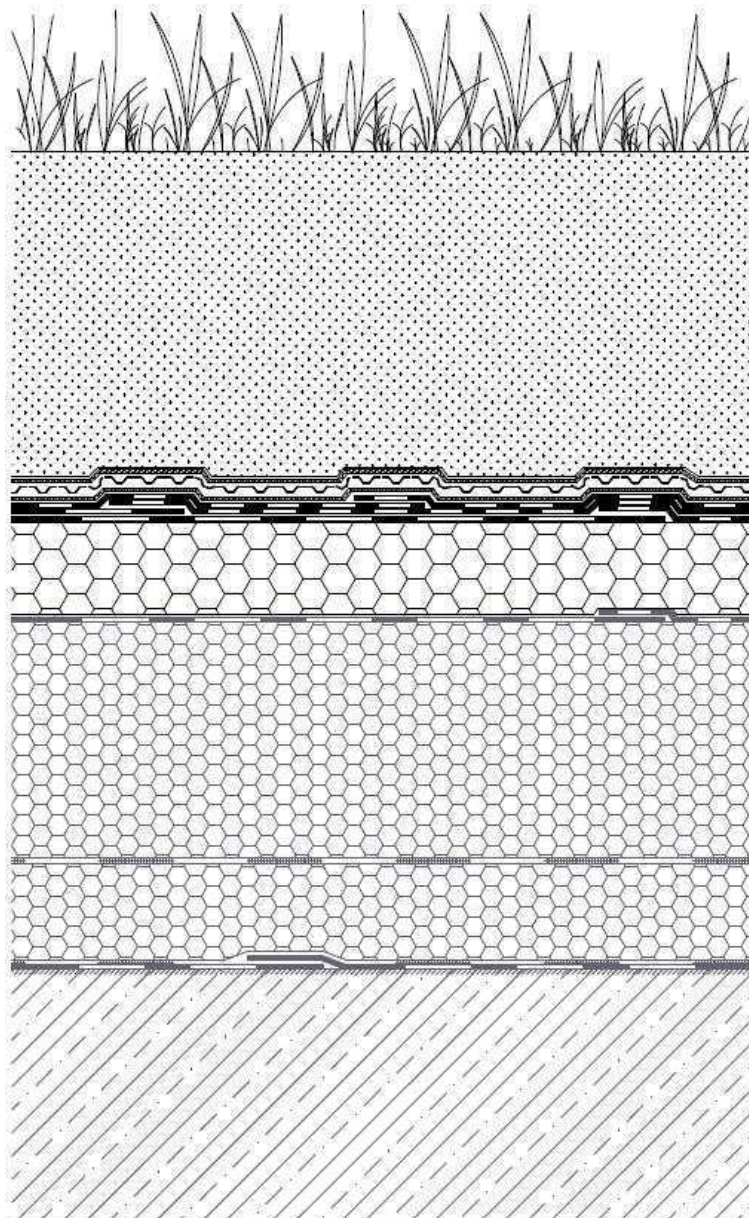
Tlak větru: $w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$, c_{pe} (z Tabulky 55 pro $A > 10 \text{ m}^2$ $c_{pe} = c_{pe,10}$)

Tabulka 56 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 5, 6 a 9

Plochá střecha s atikou	Oblasti			
	F	G	H	I
$C_{pe,10}$	-1,4	-0,9	-0,7	+0,2; -0,2
$w_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$	-1,484	-0,954	-0,742	0,212; -0,212

3.1. Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů

Střechy budou koncipovány jako střechy ploché jednoplášťové pochozí. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy. Nová skladba zelené střechy intenzivní (Obrázek 85), pro střešní konstrukci č. 5, 6 a 9, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 57). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $5,361 \text{ kN/m}^2$, což je o $0,643 \text{ kN/m}^2$ více, než má stávající skladba.



Obrázek 85 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 57 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro intenzivní zeleň	0,3-0,4*	950	9,5	3,325	1,35	4,489
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,0945
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Pěnový polystyren EPS 150 S	0,100	28	0,28	0,028		0,038
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivou proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,0945
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,014		0,0189
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	3,971		5,361

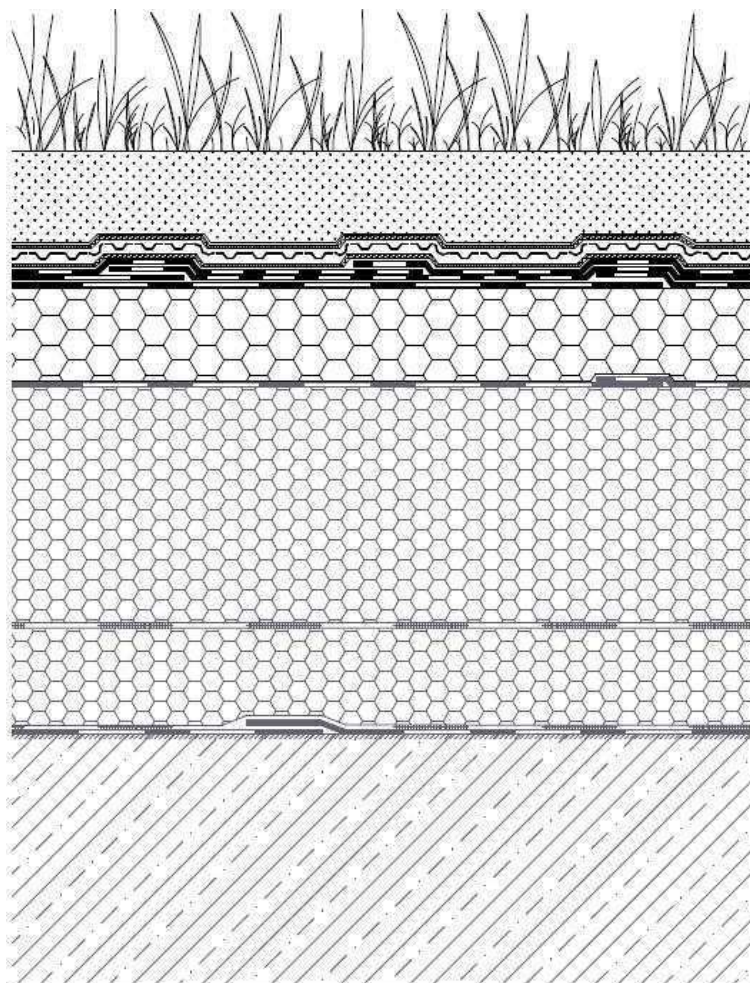
**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $5,361+4,5+0,84= 10,7 \text{ kN/m}^2$
 $10,7 \text{ kN/m}^2 > 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení nevyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Pro intenzivní zeleň lze použít i násyp zeminy. Násyp zeminou má větší objemovou hmotnost než násyp substrátu a to cca 2000 kg/m^3 . Proto při použití zeminy si musíme dát pozor na zvětšené zatížení na železobetonovou stropní konstrukci.

Vzhledem k tomu, že navrhovaná skladba střechy s intenzivní zelení nevyhověla z hlediska zatížení na stropní konstrukci, lze tedy uvažovat pouze skladbu střechy s extenzivní zelení (Obrázek 86).

Výpočet zatížení na střechu bude stejný, jako u střechy intenzivní, bude se lišit jen zatížení od substrátu. Výpočet zatížení od vlastní tíhy střešního souvrství je popsáno v následující tabulce (Tabulka 58). Zatížení od zelené střechy bude činit $2,151 \text{ kN/m}^2$, což je o $3,21 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 86 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 58 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Pěnový polystyren EPS 150 S	0,100	28	0,28	0,028		0,038
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivou proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,014		0,019
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	1,591		2,151

Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: 2,151+4,5+0,84= 7,491 kN/m²
7,491 kN/m² > 6,7 kN/m² → zatížení nevyhoví

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi = 0,5$.

Navrhovaná varianta s extenzivní zelení stále nevychází z hlediska zatížení. Lze tedy omezit přístup na střechu. Uvažované užité zatížení C1: Plochy ve školách se musí změnit na menší hodnotu. Nové užité zatížení uvažují 2 kN/m², takže na střechu na jednom m² se mohou pohybovat osoby o celkové hmotnosti 200 kg.

	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Užité zatížení	2	1,5	3

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $2,151+3+0,84= 5,991 \text{ kN/m}^2$
 $5,991 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

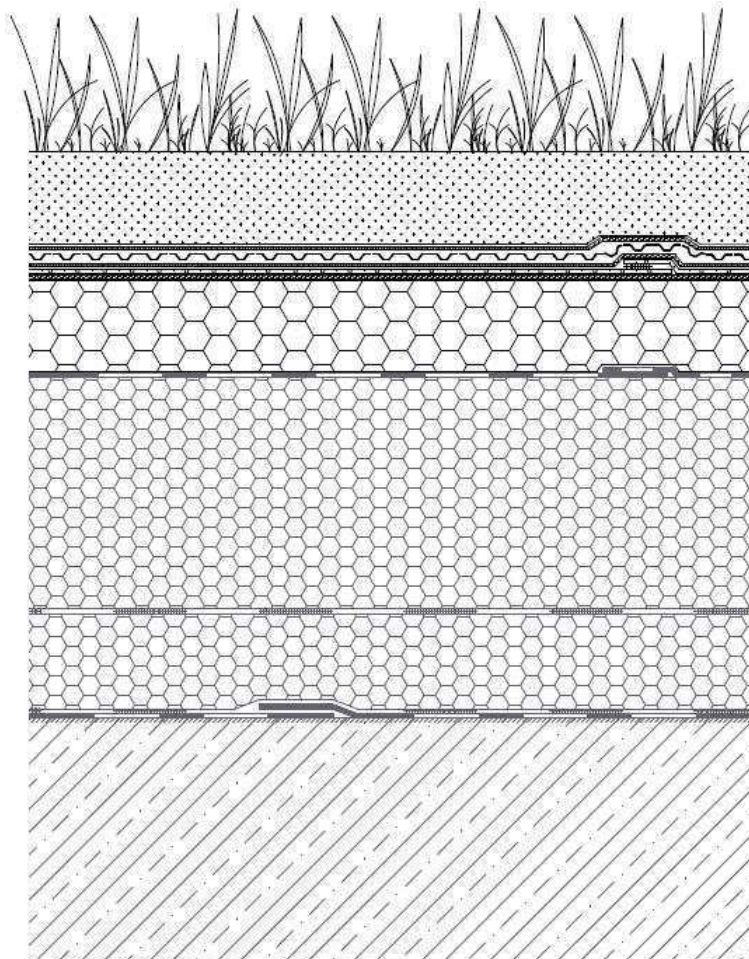
Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy po úroveň hlavní hydroizolační vrstvy, která je tvořena speciálními SBS modifikovanými asfaltovými pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednovrstevná pochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu budou položeny tepelně-izolační desky z pěnového polystyrenu EPS 150 S v tloušťce 100 mm. Desky budou k podkladu lepeny. Na tepelně-izolační desky budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nepová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaci vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

3.2. Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie

Střechy budou koncipovány jako střechy ploché jednoplašťové pochozí. Stejně jako u varianta A lze předpokládat, že skladba střechy s intenzivní zelení nevyhoví zatížení, proto uvažují pouze skladbu střechy s extenzivní zelení. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena měkčenou PVC fólií. Nová skladba zelené střechy extenzivní (Obrázek 87), pro střešní konstrukci č. 5, 6 a 9 je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 59). Návrhové zatížení od zelené střechy bude činit $1,951 \text{ kN/m}^2$, což je o $2,767 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 87 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 59 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pěnový polystyren EPS 150 S	0,100	28	0,28	0,028		0,038
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivou proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,014		0,019
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094	0,127	
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	1,444		1,951

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $1,951+3+0,84= 5,791 \text{ kN/m}^2$
 $5,991 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy po úroveň hlavní hydroizolační vrstvy, která je tvořena speciálními SBS modifikovanými asfaltovými pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplašťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu budou položeny tepelně-izolační desky z pěnového polystyrenu EPS 150 S v tloušťce 100 mm. Desky budou k podkladu lepeny. Na tepelně-izolační desky bude položena ochranná separační netkaná textilie. Finální hydroizolační vrstvu bude tvořit měkčená fólie se skleněnou výztužnou vložkou, která je určena pro vegetační střechy. Na hydroizolační vrstvu bude položena separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaci vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

3.3. Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy

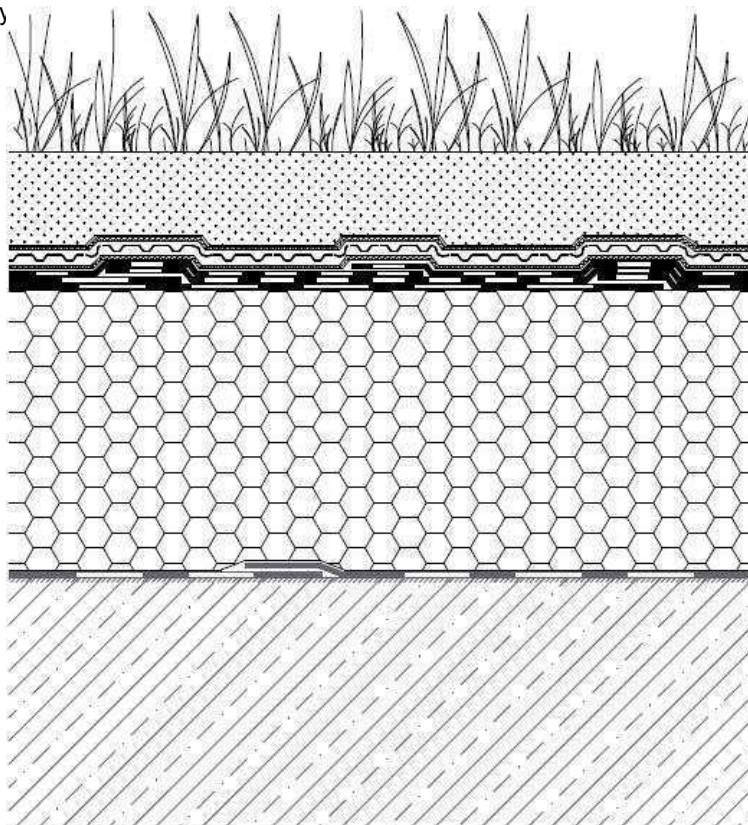
Pro realizaci zelené střechy z hlediska zatížení jsou vhodné Varianty A i B. Obě varianty jsou vhodné pouze s extenzivní zelení a s uvažovaným charakteristickým užitným zatížením 2 kN/m^2 . Na následující fotografii (Obrázek 88) je zřetelné, že od hlavní hydroizolační vrstvy zbývá cca 80 mm.



Obrázek 88 Foto dveří střechy č. 5

Stávající skladba od stropní konstrukce, u okraje střechy, činí cca 570 mm, nová skladba s extenzivní zelení cca 680 mm → nevyhovuje. Nová skladba musí být maximálně stejně vysoká jako stávající. Proto musím vypracovat novou variantu skladby střechy, kde se nebude přidávat tepelně-izolační desky EPS 150 S na stávající hydroizolační vrstvu, ale dojde k odstranění skladby střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy. Nová skladba střechy je popsána v následující tabulce (Tabulka 60).

Vzhledem k tomu, že stávající skladba ploché střechy, má hlavní hydroizolační vrstvu z asfaltových pásů, tak i pro návrh zelené střechy volím skladbu s hlavní hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a s extenzivní zelení (Obrázek 89).



Obrázek 89 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (odstranění stávající skladby – extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 60 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A (odstranění stávající skladby)

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ	g_D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,25-0,39*	28	0,28	0,028		0,038
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094	0,127	
Pozn.:						
*... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	1,487		2,01

**Celkové charakteristické zatížení na stropní konstrukci: $2,01+3+0,84= 5,85 \text{ kN/m}^2$
 $5,85 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi = 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku, geotextilie, speciálního hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů, tepelně-izolačních desek z pěnového polystyrenu EPS 100 S a spádových klínů z pěnového polystyrenu EPS 100 S. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických kotev. Na tepelně-izolační vrstvu budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforací na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

Tato skladba je vhodná pro realizaci, jelikož její celková tloušťka je cca 530 mm, což je dokonce o 40 mm méně, než má stávající skladba.

Stavba řeší předělání stávající jednoplášťové nepochozí ploché střechy na střechu jednoplášťové vegetační pochozí s extenzivní zelení.

Stavbou se nebude zásadně měnit výškové ani půdorysné uspořádání objektu. Stavební úpravy nebudou mít vliv na zásady funkčního a dispozičního řešení stavby, řešení vegetačních úprav okolí objektu včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

Jedná se o stavební úpravy bez vlivu na zastavěnost území, kapacitu, obestavěné prostory a orientaci stavby.

Vzhledem k omezenému rozsahu stavebních úprav lze konstatovat, že stavební úpravy nebudou mít negativní vliv na mechanickou odolnost a stabilitu konstrukcí.

Výpočet kotevního plánu střechy

Pro zjištění správného počtu kotev na 1 m² se vychází z normy ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení a z pokynů pro evropské technické schválení ETAG 006 Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků. Norma uvádí, že u kotvených skladeb jednoplášťových střech s povlakovou hydroizolací a klasickým pořadím vrstev, se doporučuje kotvit desky tepelné izolace alespoň 2 kotvami na 1 m². Z praktických důvodů je lepší volit min. 3 kotvy na 1 m².

Pro výpočet množství kotev je zapotřebí znát hodnoty W_{adm} a F_{adm} . W_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek a F_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek dle výtažných zkoušek. V ETAG 006 je uvedeno, že pro navrhování se má použít nižší z hodnot W_{adm} a F_{adm} . Dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek $W_{adm} = 0,4$ kN, jedná se o doporučenou únosnost jednoho kotevního prvku, tj. hodnota výtažné síly min. 1,2 kN. Hodnota F_{adm} se počítá z rovnice $F_{adm} = X/v$, kde X je střední hodnota ze všech výtažných zkoušek a součinitel v je bezpečnostní součinitel, který pro všechny betonové střešní konstrukce se rovná 3,0.

Vzhledem k tomu, že se jedná o skladbu, která je přitížená substrátem, tak se musí spočítat, jestli kotevní prvky budou zapotřebí. Nejvyšší hodnota sání větru je $1,484 \cdot 1,5 = 2,226$ kN/m², tíha substrátu a nopové fólie činí $0,945 + 0,196 = 1,141$ kN/m², což je méně, než je zapotřebí k zamezení sání větru. Proto budou realizovány kotevní prvky.

Výtažné zkoušky nelze realizovat, proto budu počítat s hodnotou 0,4 kN. Počet kotev se stanoví jako podíl vypočteného tlaku větru a dovoleného zatížení na kotevní prvek W_{adm} (Tabulka 61). Při realizaci stavby dodavatel zajistí provedení výtažných zkoušek.

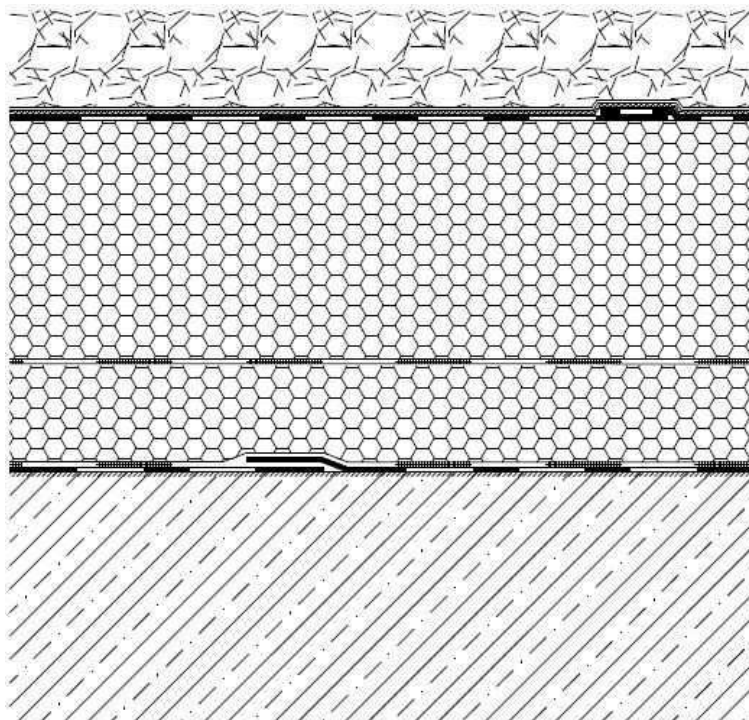
Tabulka 61 Výpočet počtu kotev na m² střechy č. 5, 6 a 9

Pásmo	w_e [kN/m ²]	γ	$w_{e,d}$ [kN/m ²]	W_{adm} [kN]	Teoretický počet kotev na m ² [ks]
F	-1,484	1,5	-2,226	0,4	5,565 = 6 ks
G	-0,954	1,5	-1,431	0,4	3,578 = 4 ks
H	-0,742	1,5	-1,113	0,4	2,783 = 3 ks
I	0,212; -0,212	1,5	0,318; -0,318	0,4	0,795 = 3 ks

4. Střešní konstrukce č. 15 a 16

Jedná se o střešní konstrukci č. 15 a 16. Přístup na střechy je z chodby v 7.NP, v části budovy A, dveřmi. Stropní konstrukce je navržena tak, aby odolala celkovému návrhovému zatížení $6,7 \text{ kN/m}^2$ (viz Obrázek 30). Střechy č. 5, 6, 9, 15 a 16 mají stejnou skladbu, ale nejsou ve stejné výškové úrovni, proto lze uvažovat vlastní tíhu od skladby střechy, zatížení užité, zatížení od sněhu a navrhované varianty střech stejně.

Stávající skladba střechy č. 15 a 16 (Obrázek 90) s výpisem zatížení, které působí na železobetonovou stropní konstrukci, je popsána v následující tabulce (Tabulka 62). Stávající návrhové zatížení od střechy činí $4,718 \text{ kN/m}^2$.



Obrázek 90 Řez střechou č. 15 a 16 – stávající stav

Tabulka 62 Střecha č. 15 a 16 – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Kačírek - valounky ø 16-32 mm	0,070-0,22*	2200	22	3,19	1,35	4,307
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-					
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,064		0,086
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	3,494		4,718

Tepelně-izolační desky jsou z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil, který má zatížení v tlaku 100 kPa a pro střechy pochozí zelené je vhodné použít pěnový polystyren se zatížením v tlaku alespoň 150 kPa. Tento problém se dá řešit tím, že na stávající tepelnou izolaci EPS 100 S Stabil se přidá vrstva tepelné izolace EPS 150 S v tloušťce min. 100 mm.

Tepelně-technické posouzení stávající skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U stávající skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Výpočet zatížení větrem

Plzeň → II. větrná oblast → $v_{b,0} = 25$ m/s

II. kategorie terénu (krajiny s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky)

→ $z_0 = 0,05$ m → $z_{\min} = 2$ m

c_{dir} součinitel směru větru, podle národní přílohy ČR je 1

c_{season} součinitel ročního období, podle národní přílohy ČR je 1

$c_{0,z}$ součinitel orografie 1

Výška střechy je cca 25 m

Součinitel terénu: $k_r = 0,19 (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 (0,05/0,05)^{0,07} = 0,19$

Základní rychlost větru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25$ m/s

Součinitel drsnosti terénu: $c_r(z=25) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(25/0,05) = 1,18$

Střední rychlost větru: $v_m(z=25) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 1,18 \cdot 1 \cdot 25 = 29,52$ m/s

Vliv turbulencí:

k_t součinitel turbulence, většinou 1

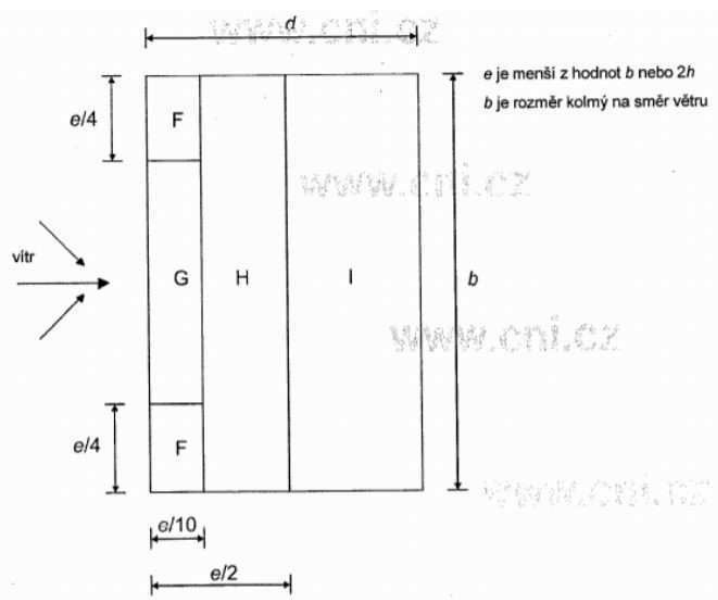
ρ měrná hmotnost vzduchu, závisí na nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu,
 $\rho = 1,25$ kg/m³

Vliv turbulence: $I_v(z=3) = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(\frac{z}{z_0})} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{25}{0,05})} = 0,16$

Součinitel expozice: $c_e(z) = ((v_m(z)/v_b)^2) \cdot [1 + 7I_v(z)] = (29,52/25)^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,16) = 2,96$

Základní dynamický tlak větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,625$ N/m²

Maximální dynamický tlak: $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 2,96 \cdot 390,625 = 1154,6$ N/m² = 1,155 kN/m²



Obrázek 91 Označení oblastí plochých střech

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Tabulka 63 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou

[<http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL05/zat%C3%AD%C5%BEen%C3%AD%20v%C4%9Btrem.pdf>]

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
S atikou	$h_p/h=0,025$	1,6	2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
									-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
									-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
									-0,2

$h_p = \text{cca } 0,8 \text{ m}$

$h = \text{cca } 25 \text{ m}$

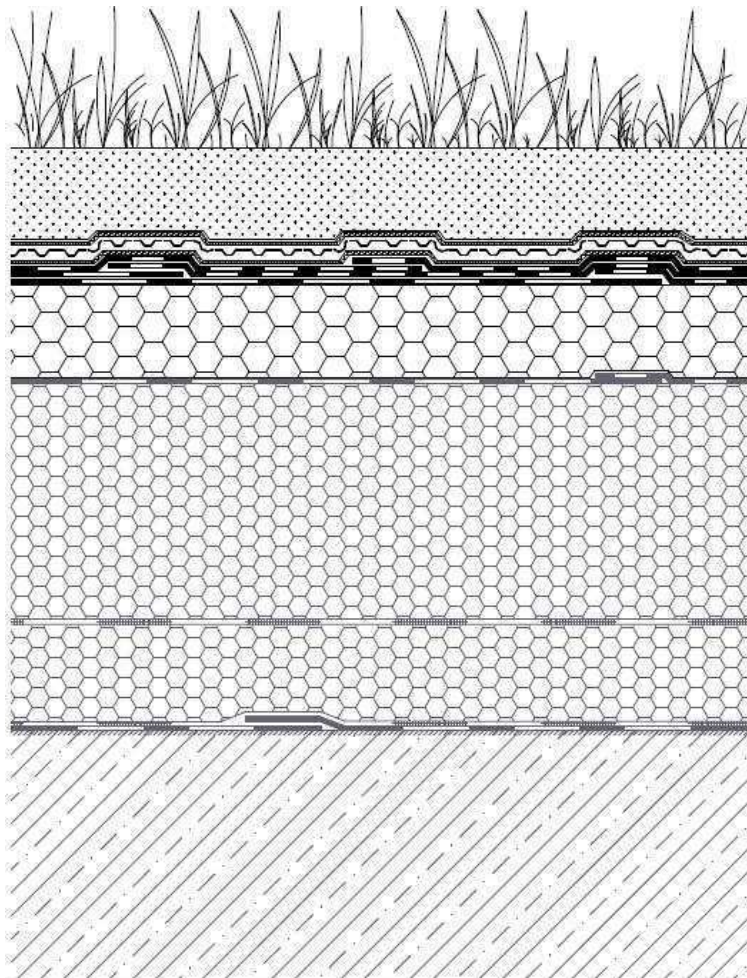
Tlak větru: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe}$, C_{pe} (z Tabulky 63 pro $A > 10 \text{ m}^2$ $C_{pe} = C_{pe,10}$)

Tabulka 64 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 15 a 16

Plochá střecha s atikou	Oblasti			
	F	G	H	I
$C_{pe,10}$	-1,6	-1,1	-0,7	+0,2; -0,2
$w_e \text{ [kN/m}^2\text{]}$	-1,848	-1,27	-0,809	0,231; -0,231

4.1. Varianta A – hlavní hydroizolační vrstva z asfaltových pásů

Střechy budou koncipovány jako střechy ploché jednoplášťové pochozí s extenzivní zelení. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy. Nová skladba zelené střechy extenzivní (Obrázek 92), pro střešní konstrukci č. 15 a 16, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 65), skladba je shodná s Variantou A u střechy č. 5, 6 a 9. Zatížení od zelené střechy bude činit $2,151 \text{ kN/m}^2$, což je o $2,567 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 92 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 65 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _k [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Pěnový polystyren EPS 150 S	0,100	28	0,28	0,028		0,038
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivou proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,014		0,019
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	1,591		2,151

**Celkové charakteristické zatížení na stropní konstrukci: $2,151+3+0,84= 5,991 \text{ kN/m}^2$
 $5,991 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísni na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

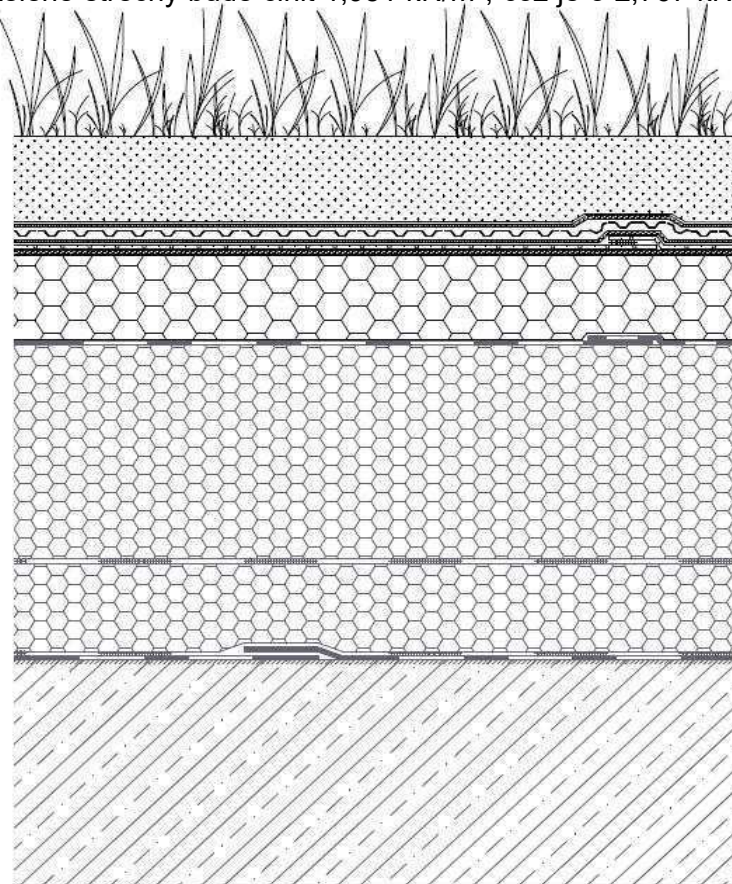
Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy po úroveň hlavní hydroizolační vrstvy, která je tvořena speciálními SBS modifikovanými asfaltovými pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu budou položeny tepelně-izolační desky z pěnového polystyrenu EPS 150 S v tloušťce 100 mm. Desky budou k podkladu lepeny. Na tepelně-izolační desky budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

4.2. Varianta B – hlavní hydroizolační vrstva z měkčené PVC fólie

Střechy budou koncipovány jako střechy ploché jednoplášťové pochozí s extenzivní zelení. Hlavní hydroizolační vrstva bude tvořena měkčenou PVC fólií. Nová skladba zelené střechy extenzivní (Obrázek 93), pro střešní konstrukci č. 15 a 16, je popsána v následující tabulce s výpočtem zatížení (Tabulka 66), skladba je shodná s Variantou B u střechy č. (5, 6 a 9). Zatížení od zelené střechy bude činit $1,951 \text{ kN/m}^2$, což je o $2,767 \text{ kN/m}^2$ méně, než má stávající skladba.



Obrázek 93 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 66 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	Y	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	1400	14	0,021		0,028
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pěnový polystyren EPS 150 S	0,100	28	0,28	0,028		0,038
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivou proti prorůstání kořenů	0,005	1400	14	0,07		0,095
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,39*	20	0,2	0,014		0,019
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100	20	0,2	0,02		0,027
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-					
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094	0,127	
Pozn.: *... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy			Celkem	1,444		1,951

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $1,951+3+0,84= 5,791 \text{ kN/m}^2$
 $5,791 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi= 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy po úroveň hlavní hydroizolační vrstvy, která je tvořena speciálními SBS modifikovanými asfaltovými pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu budou položeny tepelně-izolační desky z pěnového polystyrenu EPS 150 S v tloušťce 100 mm. Desky budou k podkladu lepeny. Na tepelně-izolační desky bude položena ochranná separační netkaná textilie. Finální hydroizolační vrstvu bude tvořit měkčená fólie se skelněnou výztužnou vložkou, která je určena pro vegetační střechy. Na hydroizolační vrstvu bude položena separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaci vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

4.3. Výběr vhodné varianty pro realizaci zelené střechy

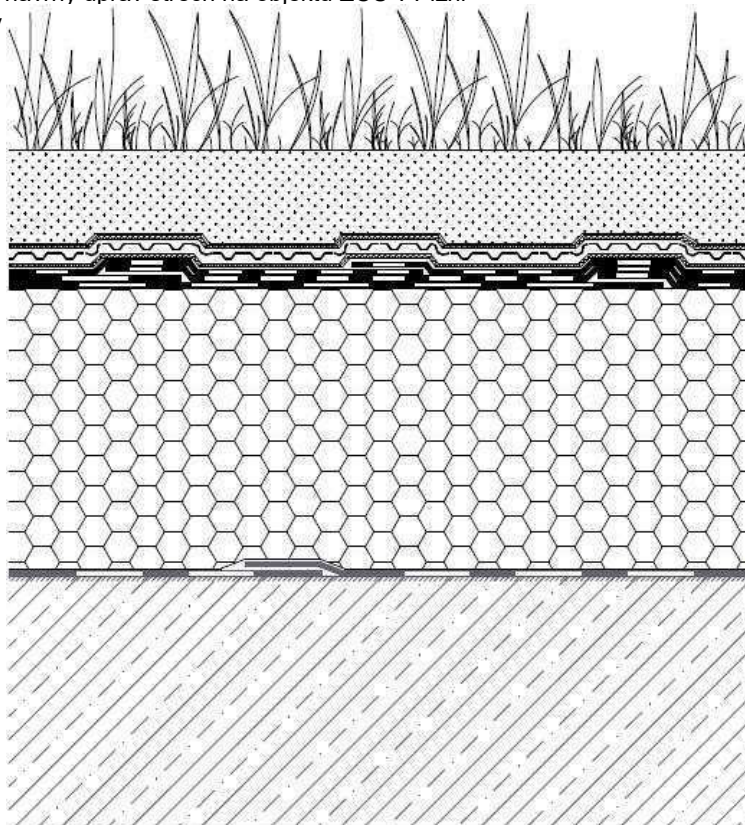
Pro realizaci zelené střechy z hlediska zatížení jsou vhodné Varianty A i B. Z hlediska možnosti provedení nelze však tyto varianty realizovat. Na následující fotografii (Obrázek 94) je zřetelné, že od hlavní hydroizolační vrstvy zbývá cca 80 mm.



Obrázek 94 Foto dveří střechy č. 15

Stávající skladba od stropní konstrukce, u okraje střechy, činí cca 570 mm, nová skladba s extenzivní zelení cca 680 mm → nevyhovuje. Nová skladba musí být maximálně stejně vysoká jako stávající. Proto musím vypracovat novou variantu skladby střechy, kde se nebude přidávat tepelně-izolační desky EPS 150 S na stávající hydroizolační vrstvu, ale dojde k odstranění skladby střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy. Nová skladba střechy je popsána v následující tabulce (Tabulka 67).

Vzhledem k tomu, že stávající skladba ploché střechy, má hlavní hydroizolační vrstvu z asfaltových pásů, tak i pro návrh zelené střechy volím skladbu s hlavní hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů a s extenzivní zelení (Obrázek 95).



Obrázek 95 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta A (odstranění stávající skladby – extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

Tabulka 67 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A (odstranění stávající skladby)

Materiál	Tloušťka [m]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová tíha [kN/m ³]	g _K [kN/m ²]	γ	g _D [kN/m ²]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,20*	630	6,3	0,945	1,35	1,276
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-					
Drenážní a akumulační vrstva (nopová fólie)	0,02	980	9,8	0,196		0,265
Ochranná separační netkaná textilie	-					
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053	1400	14	0,07		0,095
Pás SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	1400	14	0,056		0,076
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003	1400	14	0,042		0,057
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,25-0,39*	28	0,28	0,028		0,038
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004	1400	14	0,056		0,076
Penetrační nátěr	-					
Podhled	0,0125	750	7,5	0,094		0,127
Pozn.:						
*... Pro výpočet zatížení a tepelně-technického posouzení uvažují průměrnou tloušťku vrstvy						
				Celkem	1,487	2,01

**Celkové návrhové zatížení na stropní konstrukci: $2,01+3+0,84= 5,85 \text{ kN/m}^2$
 $5,85 \text{ kN/m}^2 < 6,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení vyhoví**

Dle normy ČSN EN 1990 lze zatížení sněhem redukovat součinitelem Ψ , kde $\Psi = 0,5$.

Tepelně-technické posouzení navrhované skladby střechy

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla U navrhované skladby střechy vyhovuje doporučení normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě střechy výpočtově nedochází k šíření vodní páry v konstrukci. Na základě výpočtu teplotní faktor vnitřního povrchu vyhoví požadované hodnotě, nehrozí tvorba plísní na interiérové straně střešní konstrukce v ploše, což nemusí platit pro detaily.

Protokol tepelně-technického posouzení, provedeného v programu Tepelná technika 1D, se nachází v Příloze 1.

Postup realizace nové skladby střechy

U této varianty dojde k odstranění střechy až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Skladba bude nyní koncipovaná jako jednoplášťová pochozí.

Dojde k odstranění kačírku, geotextilie, speciálního hydroizolačního pásu z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů, tepelně-izolačních desek z pěnového polystyrenu EPS 100 S a spádových klínů z pěnového polystyrenu EPS 100 S. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických kotev. Na tepelně-izolační vrstvu budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, která bude tvořit drenážní a akumulaciční vrstvu, netkaná textilie, která bude tvořit filtrační vrstvu a substrát.

Tato skladba je vhodná pro realizaci, jelikož její celková tloušťka je cca 530 mm, což je dokonce o 40 mm méně, než má stávající skladba.

Stavba řeší předělání stávající jednoplášťové nepochozí ploché střechy na střechu jednoplášťové vegetační pochozí s extenzivní zelení.

Stavbou se nebude zásadně měnit výškové ani půdorysné uspořádání objektu. Stavební úpravy nebudou mít vliv na zásady funkčního a dispozičního řešení stavby, řešení vegetačních úprav okolí objektu včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

Jedná se o stavební úpravy bez vlivu na zastavěnost území, kapacitu, obestavěné prostory a orientaci stavby.

Vzhledem k omezenému rozsahu stavebních úprav lze konstatovat, že stavební úpravy nebudou mít negativní vliv na mechanickou odolnost a stabilitu konstrukcí.

Výpočet kotevního plánu střechy

Pro zjištění správného počtu kotev na 1 m² se vychází z normy ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení a z pokynů pro evropské technické schválení ETAG 006 Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků. Norma uvádí, že u kotvených skladeb jednoplášťových střech s povlakovou hydroizolací a klasickým pořadím vrstev, se doporučuje kotvit desky tepelné izolace alespoň 2 kotvami na 1 m². Z praktických důvodů je lepší volit min. 3 koty na 1 m².

Pro výpočet množství kotev je zapotřebí znát hodnoty W_{adm} a F_{adm} . W_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek a F_{adm} je dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek dle výtažných zkoušek. V ETAG 006 je uvedeno, že pro navrhování se má použít nižší z hodnot W_{adm} a F_{adm} . Dovolené (návrhové) zatížení na kotevní prvek $W_{adm} = 0,4$ kN, jedná se o doporučenou únosnost jednoho kotevního prvku, tj. hodnota výtažné síly min. 1,2 kN. Hodnota F_{adm} se počítá z rovnice $F_{adm} = X/v$, kde X je střední hodnota ze všech výtažných zkoušek a součinitel v je bezpečnostní součinitel, který pro všechny betonové střešní konstrukce se rovná 3,0.

Vzhledem k tomu, že se jedná o skladbu, která je přitížená substrátem, tak se musí spočítat, jestli kotevní prvky budou zapotřebí. Nejvyšší hodnota sání větru je $2,167 \cdot 1,5 = 3,25$ kN/m², tíha substrátu a nopové fólie činí $0,945 + 0,196 = 1,141$ kN/m², což je méně, než je zapotřebí k zamezení sání větru. Proto budou realizovány kotevní prvky.

Výtažné zkoušky nelze realizovat, proto budu počítat s hodnotou 0,4 kN. Počet kotev se stanoví jako podíl vypočteného tlaku větru a dovoleného zatížení na kotevní prvek W_{adm} (Tabulka 68). Při realizaci stavby dodavatel zajistí provedení výtažných zkoušek.

Tabulka 68 Výpočet počtu kotev na m² střechy č. 15 a 16

Pásmo	w_e [kN/m ²]	γ	$w_{e,d}$ [kN/m ²]	W_{adm} [kN]	Teoretický počet kotev na m ² [ks]
F	-1,848	1,5	-2,772	0,4	6,93 = 7 ks
G	-1,27	1,5	-1,9	0,4	4,76 = 5 ks
H	-0,809	1,5	-1,214	0,4	3,035 = 4 ks
I	0,231; -0,231	1,5	0,347; -0,48	0,4	0,866 = 3 ks

Rostliny vhodné pro extenzivní zelení střechou

Vzhledem k tomu, že veškeré navrhované skladby jsou řešeny jako extenzivní. Tak je zde výpis některých rostlin, které jsou pro extenzivní zeleň vhodné.

Trávník je vhodný pro substrát min. tloušťky 100 mm.



Obrázek 96 Rozchodník bílý, tl. substrátu 80-100 mm
[<http://www.skalnicky-sukulenty.cz>]



Obrázek 97 Kostřava, tl. substrátu 80-100 mm
[www.zahradaapriroda.cz]



Obrázek 98 Rozchodník pochybný, tl. substrátu 80-100 mm
[www.skalky.net]



Obrázek 99 Hvozdík, tl. substrátu 100-150 mm
[www.novinky.cz]



Obrázek 100 Levandule úzkolistá, tl. substrátu 100-150 mm
[www.prodejstromku.cz]



Obrázek 101 Rožec plstnatý, tl. substrátu 100-150 mm
[www.biolib.cz]

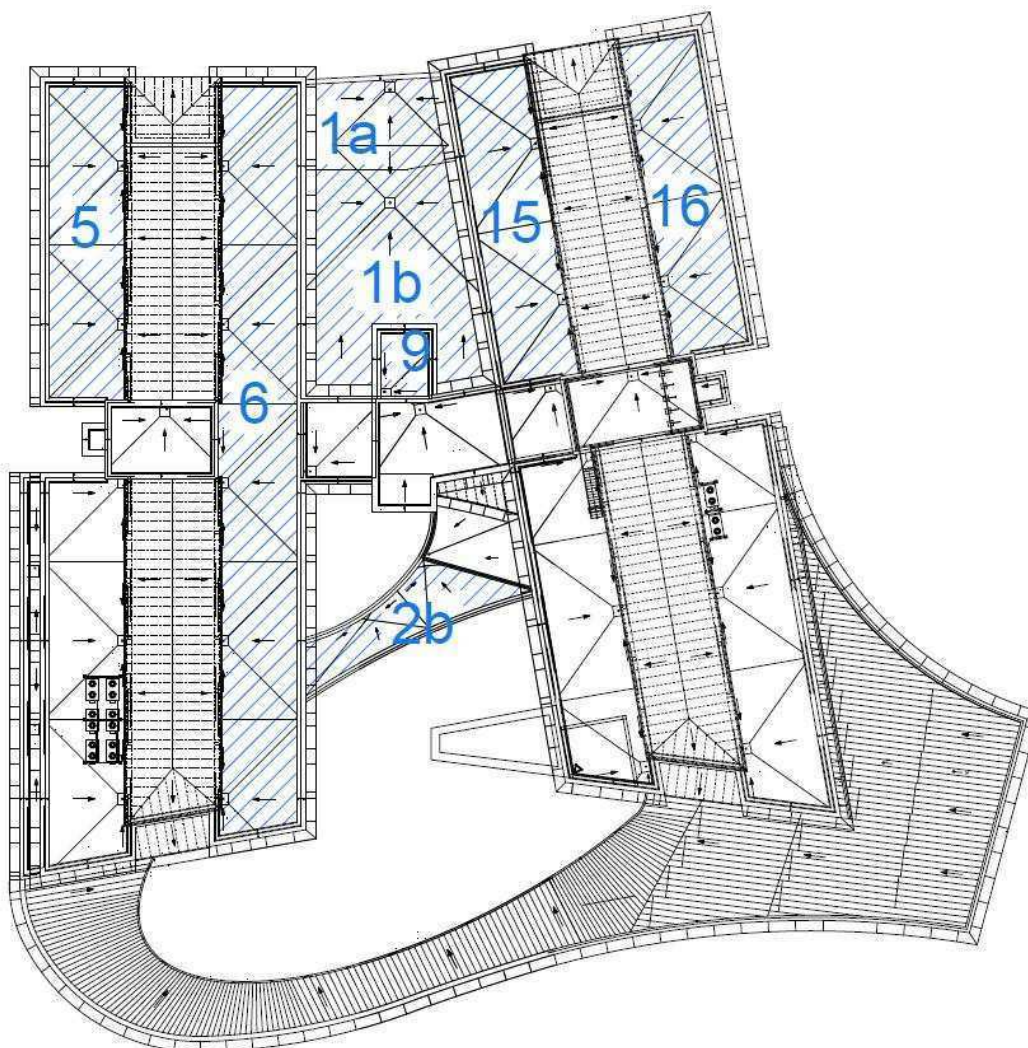
Rostliny, pro plochou střechu s extenzivní zelení, je vhodné volit tak, aby střecha byla rozkvetlá v co nejdélejší době. Rozchodník bílý kvete v období od června do srpna a dorůstá výšky 12 cm. Kostřava kvete od května do července a dorůstá výšky 25 cm. Rozchodník pochybný kvete od června do srpna a dorůstá výšky 15 cm. Hvozdík kvete od května do června a dorůstá výšky 15 cm. Rožec plstnatý kvete od května do července a dorůstá výšky 10 cm. Levandule úzkolistá kvete od července do srpna a dorůstá výšky až 40 cm.

Další rostliny vhodné pro extenzivní zeleň jsou například: Mateřídouška obecná a úzkolistá, Dobromysl obecná, Rozchodník bleďožlutý, Rozchodník nádherný, Smělek, Třezalka mnoholistá, Jestřábník chlupáček, Lomikámen atd.

Shrnutí

Mým úkolem bylo, abych na budově Západočeské univerzity v Plzni, a to přesněji na budově Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS, která sídlí na adrese Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3, navrhla předělání stávajících střech na střechy zelené. Výpis všech střech je popsán v kapitole 1. Popsání jednotlivých střešních konstrukcí.

Výběr vhodných střech a nejlepší varianty skladby zelené střechy je popsán v kapitole Výběr střešních konstrukcí pro předělání jejich skladeb na střechy zelené. Střechy vhodné na předělání jsou vyznačeny na následujícím obrázku (Obrázek 102).



Obrázek 102 Pohled na vybrané střechy, určené pro předělání na střechy zelené (Obrázek 70)

Tabulka 69 Výpis zatížení na vybraných střeších

Č. střechy	Maximální dovolené návrhové zatížení	Stávající návrhové stálé zatížení od skladby střechy	Navrhované návrhové stálé zatížení od skladby střechy	Celkové navrhované návrhové zatížení
Střecha č. 1a a 1b	26,48 kN/m ²	3,754 kN/m ²	1,871 kN/m ²	7,211 kN/m ²
Střecha č. 2b	6,7 kN/m ²	4,472 kN/m ²	3,138 kN/m ²	5,103 kN/m ²
Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16	6,7 kN/m ²	4,718 kN/m ²	2,01 kN/m ²	5,85 kN/m ²

Střecha č.1

Střecha č. 1 je přístupná dveřmi z chodby v 1.NP a bude nově koncipována jako střecha pochozí s maximálním užitným zatížením 300 kg/m².

Stávající skladba střechy (Tabulka 70) bude odstraněna až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických kotev. Na tepelně-izolační vrstvu budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, netkaná textilie a substrát, který je určený pro extenzivní zeleň. Nová skladba zelené střechy je popsána v tabulce (Tabulka 71).

Původní odvodňovací vtoky budou nahrazeny novými vtoky napojenými na stávající vnitřní odpadní dešťové potrubí. Budou použité systémové svislé vtoky s integrovaným přířezem asfaltového pásu do tvarovky vtoku. Vtoky budou opatřeny ochranným košem, který je určený pro vegetační střechy.

Volný okraj střechy bude opatřen ocelovým zábradlím, které bude kotveno do železobetonové konstrukce atiky. Dle normy ČSN 74 3305 se zábradlí musí zřídit na volném okraji pochůzná plocha, před níž je volný prostor hlubší než 500 mm a širší než 150 mm, tyto mezní hodnoty jsou určeny pro volný prostor s volným přístupem dospělých osob. Výška zábradlí bude 900 mm (hloubka volného prostoru je nejvýše 3,0 m).

Střecha č. 2b

Střecha č. 2b je přípustná přes atiku ze střechy č. 2a, která je přístupná dveřmi z chodby ve 2.NP. Střecha č. 2a má funkci terasy. Střecha č. 2b bude nadále koncipována jako nepochozí.

Ze stávající skladby střechy (Tabulka 72) bude odstraněn kačírek a geotextilie. Na stávající hydroizolační vrstvu, tvořenou SBS modifikovanými asfaltovými pásy s vložkou z polyesterové rohože, budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, netkaná textilie a substrát, který je určený pro extenzivní zeleň. Nová skladba zelené střechy je popsána v tabulce (Tabulka 73).

Stávající odvodňovací vtoky budou opatřeny ochranným košem, který je určený pro vegetační střechy.

Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16

Střecha č. 5 a 6 je přístupná dveřmi z chodby v 5.NP, v části budovy B. Střecha č. 9 je také přístupná dveřmi z chodby v 5.NP, ale v části budovy A. Střecha č. 15 a 16 je přístupná dveřmi z chodby v 7.NP. Tyto střechy budou nově koncipovány jako pochozí s maximálním užitným zatížením 200 kg/m².

Stávající skladba těchto střech (Tabulka 74) bude odstraněna až po úroveň parotěsnicí vrstvy, která je tvořena SBS modifikovanými asfaltovými pásy s nosnou vložkou z hliníkové fólie. Na stávající parotěsnicí vrstvu budou položeny spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S. Klíny budou pracovně kotveny pomocí teleskopických kotev. Na tepelně-izolační vrstvu budou nalepeny samolepící pásy z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny. Na ně budou nataveny SBS modifikované asfaltové pásy s jemnozrnným posypem a finální hydroizolační vrstvu budou tvořit SBS modifikované asfaltové pásy s aditivou proti prorůstání kořenů. Na hydroizolační vrstvu bude položena ochranná separační netkaná

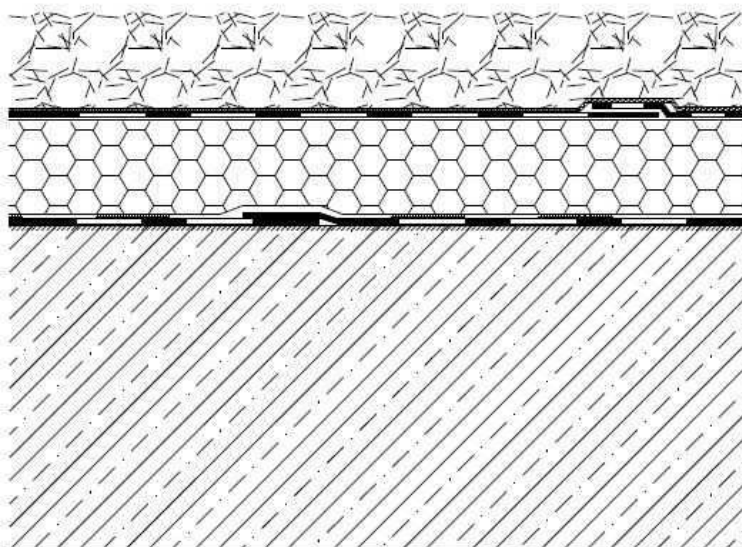
textilie, nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, netkaná textilie a substrát, který je určený pro extenzivní zeleň. Nová skladba zelené střechy je popsána v tabulce (Tabulka 75).

Původní odvodňovací vtoky budou nahrazeny novými vtoky napojenými na stávající vnitřní odpadní dešťové potrubí. Budou použité systémové svislé vtoky s integrovaným přířezem asfaltového pásu do tvarovky vtoku. Vtoky budou opatřeny ochranným košem, který je určený pro vegetační střechy.

Volné okraje střechy budou opatřeny ocelovým zábradlím, které bude kotveno do železobetonové konstrukce atiky. Dle normy ČSN 74 3305 se zábradlí musí zřídit na volném okraji pochůzná plocha, před níž je volný prostor hlubší než 500 mm a širší než 150 mm, tyto mezní hodnoty jsou určeny pro volný prostor s volným přístupem dospělých osob. Výška zábradlí bude 1100 mm (hloubka volného prostoru je větší než 12,0 m).

1. Střecha č. 1a a 1b

Stávající stav:

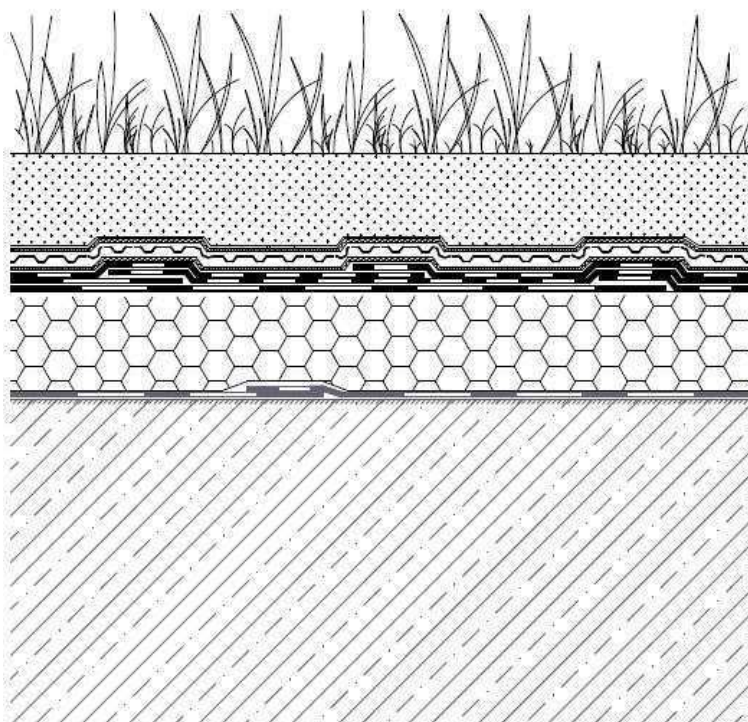


Obrázek 103 Řez střechou č. 1a a 1b – stávající stav (Obrázek 71)

Tabulka 70 Skladba střechy č. 1a a 1b – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	0,070-0,170
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	0,005
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,040-0,100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,400

Navrhovaný stav:



Obrázek 104 Řez střechou č. 1a a 1b – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce

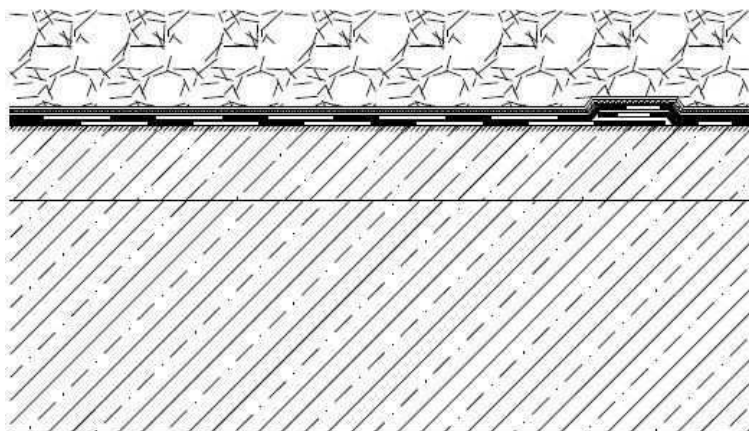
Tabulka 71 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 1a a 1b

Materiál	Tloušťka [m]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,100-0,200
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-
Drenážní a akumuláční vrstva (nopová fólie)	0,020
Ochranná separační netkaná textilie	-
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,040-0,100
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,400

Maximální užité zatížení činí 3 kN/m², což odpovídá hodnotě 300 kg na m².

2. Střecha č. 2b

Stávající stav:

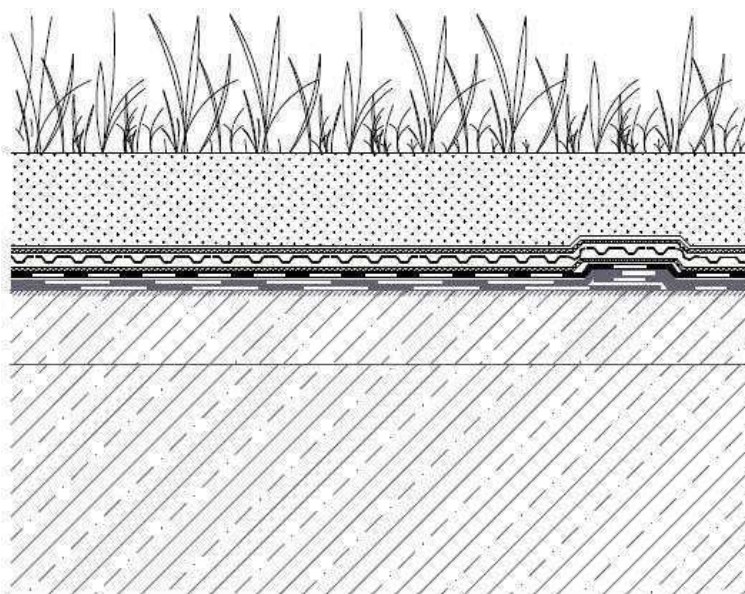


Obrázek 105 Řez střechou č. 2b – stávající stav (Obrázek 78)

Tabulka 72 Skladba střechy č. 2b – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	0,050-0,150
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,004
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	0,004
Penetrační nátěr	-
Spádový beton C12/15	0,050-0,150
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,300
Sjednocující stěrka na beton	-
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-

Navrhovaný stav:



Obrázek 106 Řez střechou č. 2b – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce (Obrázek 80)

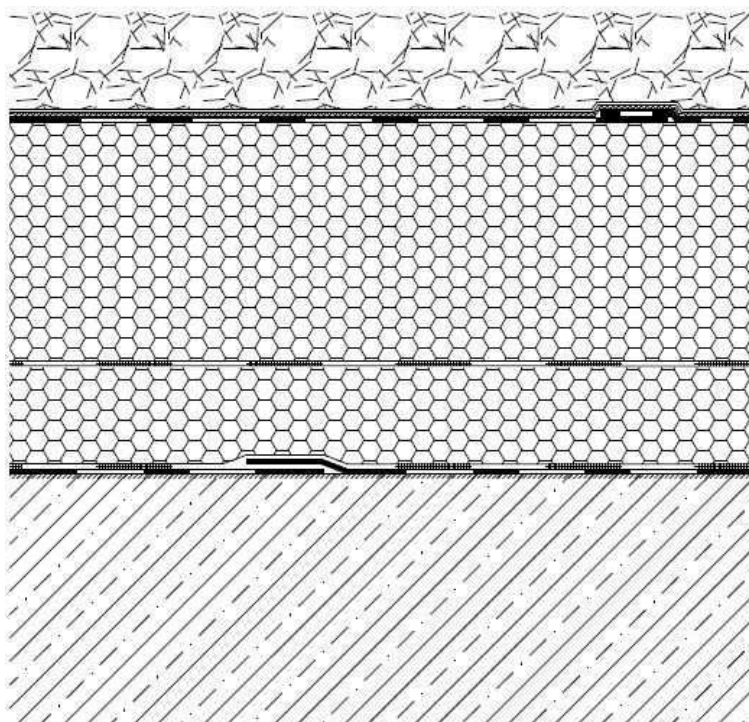
Tabulka 73 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 2b

Materiál	Tloušťka [m]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,100-0,200
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-
Drenážní a akumulací vrstva (nopová fólie)	0,02
Ochranná separační netkaná textilie	-
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053
Hydroizolační pás SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože	0,004
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny bodově natavený k podkladu	0,004
Penetrační nátěr	-
Spádový beton C12/15	0,050-0,150
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,300
Sjednocující stěrka na beton	-
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-

Střecha bude nadále koncipovaná jako nepochozí. Maximální užité zatížení činí 0,75 kN/m², což odpovídá hodnotě 75 kg na m².

3. Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16

Stávající stav:

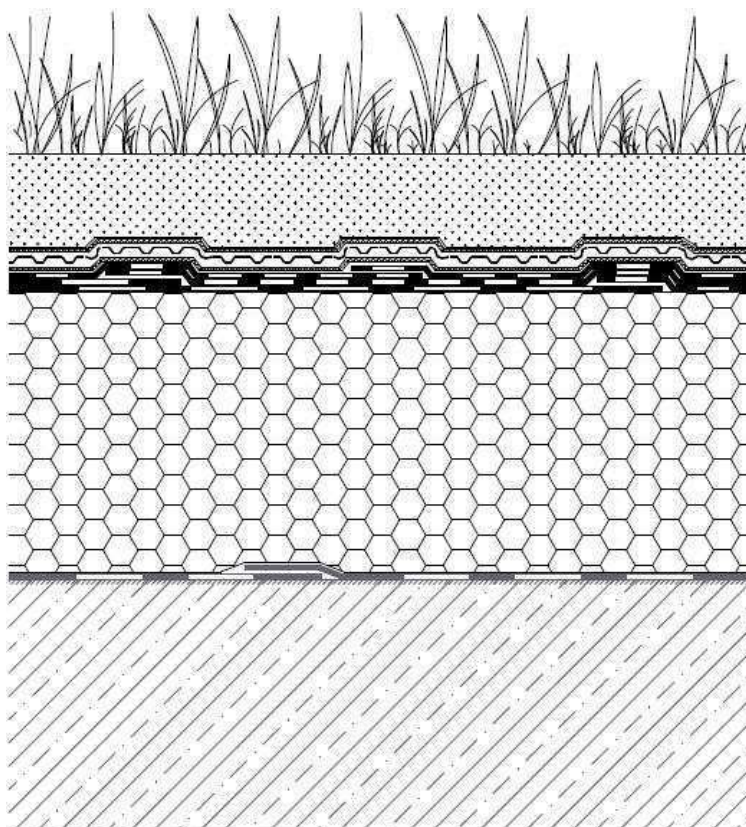


Obrázek 107 Řez střechou č. 5, 6, 9, 15 a 16 – stávající stav (Obrázek 83 a Obrázek 90)

Tabulka 74 Skladba střechy č. 5, 6, 9, 15 a 16 – stávající stav

Materiál	Tloušťka [m]
Kačírek - valounky \varnothing 16-32 mm	0,070-0,220
Geotextilie – netkaná textilie z polypropylenových vláken 300 g/m ²	-
Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože a aditivy proti prorůstání kořenů	0,005
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S Stabil s kaširovaným asfaltovým pásem na horním líci typu G200S40 tl. 4 mm	0,25-0,390
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Pěnový polystyren EPS 100 S Stabil	0,100
Lepidlo na střešní tepelné izolace – PUK	-
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	-
Podhled	0,0125

Navrhovaný stav:



Obrázek 108 Řez střechou č. 5, 6, 9, 15 a 16 – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce (Obrázek 89 a Obrázek 95)

Tabulka 75 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 5, 6, 9, 15 a 16

Materiál	Tloušťka [m]
Substrát pro extenzivní zeleň	0,10-0,200
Filtrační vrstva (netkaná textilie)	-
Drenážní a akumulací vrstva (nopová fólie)	0,02
Ochranná separační netkaná textilie	-
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053
Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,003
Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,25-0,390
Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z Al folie kaširovanou skleněnými vlákny	0,004
Penetrační nátěr	-
Železobetonová stropní konstrukce C30/37	0,330
2x silikonový, průhledný, ochranný, bezprašný nátěr na beton	-
Vzduchová mezera	-
Podhled	0,0125

Maximální užité zatížení činí 2 kN/m², což odpovídá hodnotě 200 kg na m².

Pohled na budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS

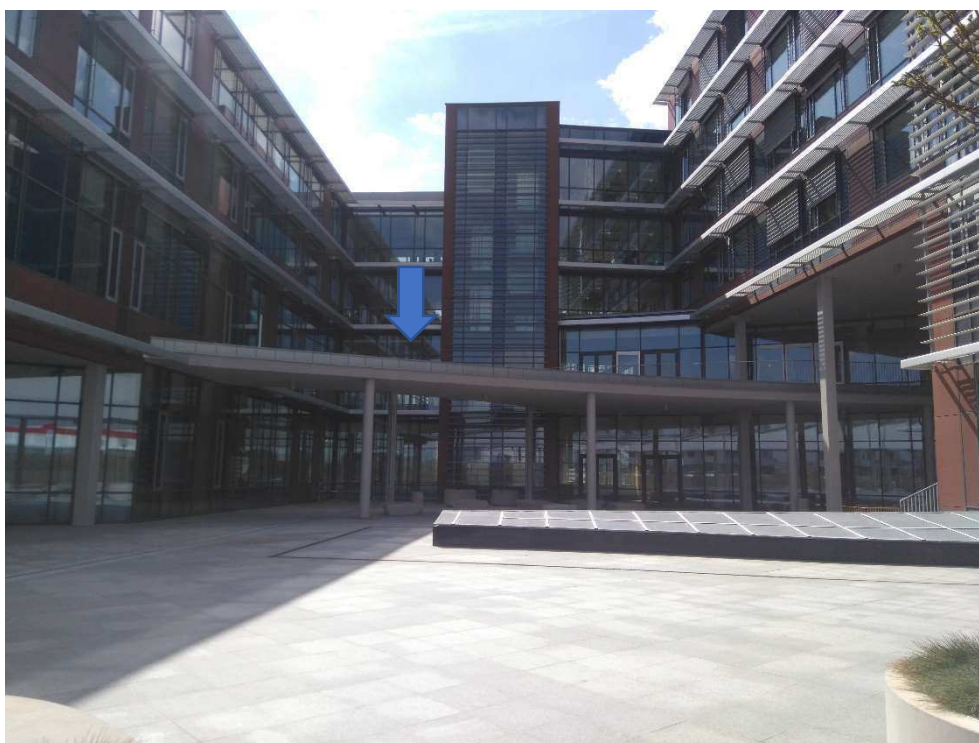
Pohled severní

Šipka ukazuje na střechu č. 6



Obrázek 109 Foto budovy – severní pohled s vyznačením střechy č. 6

Pohled severní se zaměřením na střechu č. 2b



Obrázek 110 Foto budovy – severní pohled, střecha č. 2b

Pohled západní

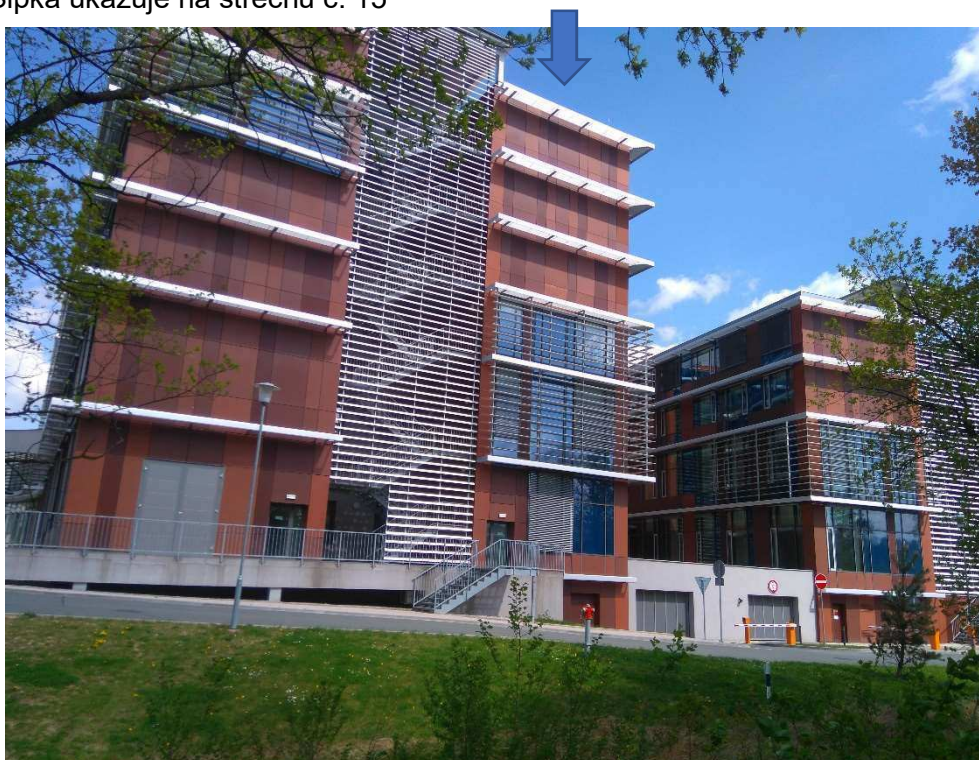
Šipka ukazuje na střechu č. 16



Obrázek 111 Foto budovy – západní pohled, s vyznačením střechy č. 16

Pohled jižní

Šipka ukazuje na střechu č. 15



Obrázek 112 Foto budovy – jižní pohled, s vyznačením střechy č. 15

Šipka ukazuje na střechu č. 1



Obrázek 113 Foto budovy – jižní pohled, s vyznačením střechy č. 1

Šipka ukazuje na střechu č. 9



Obrázek 114 Foto budovy – jižní pohled, s vyznačením střechy č. 9

Pohled východní

Šipka ukazuje na střechu č. 5



Obrázek 115 Foto budovy – východní pohled, s vyznačením střechy č. 5

Seznam použitých zdrojů

Literatura

Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Vyd. 1. Praha, 2009, 248 s., ISBN 978-80-247-1802-6

Milan Holický, Jana Marková, Miroslav Sýkora: Zatížení stavebních konstrukcí, příručka k ČSN EN 1991, Vyd. 1. Praha, 2010, 132 s., ISBN 978-80-87093-4

Gernot Minke: Zelené střechy, Vyd. 1. české, Ostrava, 2001, 96 s., ISBN 80-86167-17-8

Lenka Hanzalová, Šárka Šilarová a kolektiv, Ploché střechy, Vyd. 1. Praha, 2005, 328s., ISBN 80-86769-71-2

Dektrade a.s.: Vegetační střechy a střešní zahrady, Vyd. 2. Dektrade a.s., únor 2009, 72 s., ISBN 978-80-87215-05-0

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí

ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení

ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlaková hydroizolace – Základní ustanovení

ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení

ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 74 3305 Ochranná zábradlí

ETAG 006 Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků

Internetové zdroje

<http://zelenestrechy.cz>

<https://www.hrad-krivoklat.cz/cs/tipy-na-vylet/6334-zamek-konopiste>

<http://stavba.tzb-info.cz/strechy/4874-sikme-zelene-strechy-ekologicke-a-ekonomicke-vyhody-pasivni-vytapeci-a-chladici-efekt>

Software

Microsoft Office 2016

BricsCad 2016

Tepelná technika 1D

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 Visuté zahrady Semiramidiny	15
Obrázek 2 Visuté zahrady Semiramidiny	15
Obrázek 3 Sod house	15
Obrázek 4 Zelené střecha zámku v Libníku nad Bečvou	16
Obrázek 5 Pohled na zelenou střechu zámku Konopiště	16
Obrázek 6 Pohled na ozeleněný plášť se sklonem 58°	16
Obrázek 7 Odtok deště z ploché střechy	17
Obrázek 8 Množství srážek a odtoku vody v Kasselu, Německo	17
Obrázek 9 Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během podzimu	18

Obrázek 10 Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během zimy	18
Obrázek 11 Jednotlivé vrstvy zelené střechy	19
Obrázek 12 Zajištění šikmé střechy proti sesuvu substrátu, systém Optigreen	21
Obrázek 13 Nopová fólie s integrovanou netkanou filtrační textilií	23
Obrázek 14 Drenážní rohož z prostorově orientovaných PE vláken	23
Obrázek 15 Asfaltový pás s aditivou proti prorůstání kořenů	24
Obrázek 16 PVC-P fólie určená na zelené střechy	24
Obrázek 17 Pěnový polystyren EPS	26
Obrázek 18 Polystyren XPS	26
Obrázek 19 Minerální vlna kamenná	27
Obrázek 20 Minerální vlna skelná	27
Obrázek 21 Deska z pěnového skla	27
Obrázek 22 Deska z PIR pěny s hliníkovou fólií	28
Obrázek 23 Deska z fenolické pěny s hliníkovou fólií	28
Obrázek 24 Mapa sněhových oblastí	30
Obrázek 25 Mapa větrných oblastí na území ČR	31
Obrázek 26 Střešní vtok u zelené střechy	33
Obrázek 27 Půdorys budovy ZČU	35
Obrázek 28 Rozvržení budovy po jednotlivých podlažích	35
Obrázek 29 Půdorys budovy s vyznačením jednotlivých střešních konstrukcí	36
Obrázek 30 Rozbor zatížení	37
Obrázek 31 Rozbor zatížení	38
Obrázek 32 Pohled na střechu č. 1a a 1b	39
Obrázek 33 Pohled na terasu (střechu) č. 2a	40
Obrázek 34 Pohled na střechu č. 2b	41
Obrázek 35 Pohled na střechu č. 3	42
Obrázek 36 Pohled na střechu č. 4	43
Obrázek 37 Pohled na střechu č. 5	44
Obrázek 38 Pohled na střechu č. 6	45
Obrázek 39 Pohled na střechu č. 6	45
Obrázek 40 Pohled na střechu č. 7	46
Obrázek 41 Pohled na střechu č. 7 a 6	47
Obrázek 42 Pohled na střechu č. 8	48
Obrázek 43 Pohled na střechu č. 9	49
Obrázek 44 Pohled na střechu č. 10	50
Obrázek 45 Pohled na střechu č. 11	51
Obrázek 46 Pohled na střechu č. 12	52
Obrázek 47 Pohled na střechu č. 13	53
Obrázek 48 Pohled na střechu č. 11	54
Obrázek 49 Pohled na střechu č. 15	55
Obrázek 50 Pohled na střechu č. 16	56
Obrázek 51 Pohled na střechu č. 17a a 17b	57
Obrázek 52 Pohled na střechu č. 17c	57
Obrázek 53 Pohled na střechu č. 18	58
Obrázek 54 Pohled na střechu č. 19	59
Obrázek 55 Pohled na střechu č. 20	59
Obrázek 56 Pohled na střechu č. 21	59
Obrázek 57 Pohled na střechu č. 22 a 19	60
Obrázek 58 Pohled na střechu č. 23a, 23b, 23c a 23d	61
Obrázek 59 Pohled na střechu z terasy (střechy) 2a	61

Obrázek 60 Pohled na střechu č. 13.....	64
Obrázek 61 Pohled na střechu č. 25.....	65
Obrázek 62 Pohled na střechu č. 25 z budovy	65
Obrázek 63 Elektromagnetické spektrum	67
Obrázek 64 Termogram s fotkou, střecha č. 10	68
Obrázek 65 Termogram s fotkou, střecha č. 10- pohled na dveře	68
Obrázek 66 Termogram s fotkou, střecha č. 10 – pohled na žb sloup	68
Obrázek 67 Termogram s fotkou, střecha č. 14.....	69
Obrázek 68 Termogram s fotkou, střecha č. 14 (střešní vpust')	69
Obrázek 69 Termogram s fotkou, střecha č. 16.....	70
Obrázek 70 Pohled na vybrané střechy, určené pro předělání na střechy zelené.....	71
Obrázek 71 Řez střechou č. 1a a 1b – stávající stav	72
Obrázek 72 Označení oblastí plochých střech.....	74
Obrázek 73 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta A (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	75
Obrázek 74 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	77
Obrázek 75 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta B (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	79
Obrázek 76 Řez střechou č. 1a a 1b – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	81
Obrázek 77 Foto dveří střechy č. 1a a 1b.....	82
Obrázek 78 Řez střechou č. 2b – stávající stav	84
Obrázek 79 Označení oblastí plochých střech.....	86
Obrázek 80 Řez střechou č. 2b – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce.....	87
Obrázek 81 Řez střechou č. 2b – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce.....	88
Obrázek 82 Foto dveří střechy č. 1a a 1b.....	90
Obrázek 83 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – stávající stav	91
Obrázek 84 Označení oblastí plochých střech.....	94
Obrázek 85 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (intenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	95
Obrázek 86 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	97
Obrázek 87 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	100
Obrázek 88 Foto dveří střechy č. 5.....	102
Obrázek 89 Řez střechou č. 5, 6 a 9 – Varianta A (odstranění stávající skladby – extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	103
Obrázek 90 Řez střechou č. 15 a 16 – stávající stav	106
Obrázek 91 Označení oblastí plochých střech.....	108
Obrázek 92 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta A (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	110
Obrázek 93 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta B (extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	112
Obrázek 94 Foto dveří střechy č. 15.....	114
Obrázek 95 Řez střechou č. 15 a 16 – Varianta A (odstranění stávající skladby – extenzivní zeleň), šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce	115
Obrázek 96 Rozchodník bílý, tl. substrátu 80-100 mm.....	118

Obrázek 97 Kostřava, tl. substrátu 80-100 mm.....	118
Obrázek 98 Rozchodník pochybný, tl. substrátu 80-100 mm.....	118
Obrázek 99 Hvozdík, tl. substrátu 100-150 mm.....	118
Obrázek 100 Levandule úzkolistá, tl. substrátu 100-150 mm.....	118
Obrázek 101 Rožec plstnatý, tl. substrátu 100-150 mm.....	118
Obrázek 102 Pohled na vybrané střechy, určené pro předělání na střechy zelené (Obrázek 70).....	119
Obrázek 103 Řez střechou č. 1a a 1b – stávající stav (Obrázek 71).....	121
Obrázek 104 Řez střechou č. 1a a 1b – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce.....	122
Obrázek 105 Řez střechou č. 2b – stávající stav (Obrázek 78).....	123
Obrázek 106 Řez střechou č. 2b – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce (Obrázek 80).....	124
Obrázek 107 Řez střechou č. 5, 6, 9, 15 a 16 – stávající stav (Obrázek 83 a Obrázek 90).....	125
Obrázek 108 Řez střechou č. 5, 6, 9, 15 a 16 – navrhovaná skladba, šedou barvou jsou označeny stávající prvky a konstrukce (Obrázek 89 a Obrázek 95).....	126
Obrázek 109 Foto budovy – severní pohled s vyznačením střechy č. 6.....	127
Obrázek 110 Foto budovy – severní pohled, střecha č. 2b.....	127
Obrázek 111 Foto budovy – západní pohled, s vyznačením střechy č. 16.....	128
Obrázek 112 Foto budovy – západní pohled, s vyznačením střechy č. 15.....	128
Obrázek 113 Foto budovy – jižní pohled, s vyznačením střechy č. 1.....	129
Obrázek 114 Foto budovy – jižní pohled, s vyznačením střechy č. 9.....	129
Obrázek 115 Foto budovy – východní pohled, s vyznačením střechy č. 5.....	130

Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání zatížení dle typu ploché střechy.....	10
Tabulka 2 Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z PVC-P fólie.....	11
Tabulka 3 Plochá střecha s hl. hydroizolační vrstvou z asfaltových pásů.....	11
Tabulka 4 Plochá střecha přitížená kamenivem.....	11
Tabulka 5 Plochá střecha – terasa s betonovou dlažbou na podložkách.....	12
Tabulka 6 Zelená střecha s extenzivní zelení.....	12
Tabulka 7 Zelená střecha s intenzivní zelení.....	13
Tabulka 8 Užité kategorie.....	14
Tabulka 9 Požadované vlastnosti substrátu dle typu zeleně.....	20
Tabulka 10 Mocnost substrátu v návaznosti na typu střechy a zeleně.....	20
Tabulka 11 Tvarové součinitele μ_1 a μ_2 pro pultové a sedlové střechy.....	31
Tabulka 12 Součinitel odtoku srážkové vody (revize normy ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace).....	34
Tabulka 13 Skladba střešní konstrukce č. 1a.....	39
Tabulka 14 Skladba střešní konstrukce č. 1b.....	40
Tabulka 15 Skladba střešní konstrukce č. 2a.....	41
Tabulka 16 Skladba střešní konstrukce č. 2b.....	41
Tabulka 17 Skladba střešní konstrukce č. 3.....	42
Tabulka 18 Skladba střešní konstrukce č. 4.....	43
Tabulka 19 Skladba střešní konstrukce č. 5.....	44
Tabulka 20 Skladba střešní konstrukce č. 6.....	46
Tabulka 21 Skladba střešní konstrukce č. 7.....	47
Tabulka 22 Skladba střešní konstrukce č. 8.....	48
Tabulka 23 Skladba střešní konstrukce č. 9.....	49

Tabulka 24 Skladba střešní konstrukce č. 10	50
Tabulka 25 Skladba střešní konstrukce č. 11	51
Tabulka 26 Skladba střešní konstrukce č. 12	52
Tabulka 27 Skladba střešní konstrukce č. 13	53
Tabulka 28 Skladba střešní konstrukce č. 12	54
Tabulka 29 Skladba střešní konstrukce č. 15	55
Tabulka 30 Skladba střešní konstrukce č. 16	56
Tabulka 31 Skladba střešní konstrukce č. 17a, 17b a 17c	58
Tabulka 32 Skladba střešní konstrukce č. 13	60
Tabulka 33 Skladba střešní konstrukce č. 22	60
Tabulka 34 Skladba střešní konstrukce č. 23a	62
Tabulka 35 Skladba střešní konstrukce č. 23b	62
Tabulka 36 Skladba střešní konstrukce č. 23c	63
Tabulka 37 Skladba střešní konstrukce č. 23d	63
Tabulka 38 Skladba střešní konstrukce č. 24	64
Tabulka 39 Skladba střešní konstrukce č. 25	66
Tabulka 40 Emisivita materiálů	67
Tabulka 41 Skladba střechy č. 1a a 1b – stávající stav	72
Tabulka 42 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou	74
Tabulka 43 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 1a a 1b	75
Tabulka 44 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	76
Tabulka 45 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	78
Tabulka 46 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B	80
Tabulka 47 Skladba zelené střechy č. 1a a 1b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B	82
Tabulka 48 Výpočet počtu kotev na m ² střechy č. 1a a 1b	83
Tabulka 49 Skladba střechy č. 2b – stávající stav	84
Tabulka 50 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou	86
Tabulka 51 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 2b	86
Tabulka 52 Skladba zelené střechy č. 2b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	87
Tabulka 53 Skladba zelené střechy č. 2b pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B	89
Tabulka 54 Střecha č. 5, 6 a 9 – stávající stav	92
Tabulka 55 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou	94
Tabulka 56 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 5, 6 a 9	94
Tabulka 57 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro intenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	96
Tabulka 58 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	98
Tabulka 59 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B	101
Tabulka 60 Skladba zelené střechy č. 5, 6 a 9 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A (odstranění stávající skladby)	103
Tabulka 61 Výpočet počtu kotev na m ² střechy č. 5, 6 a 9	105
Tabulka 62 Střecha č. 15 a 16 – stávající stav	107
Tabulka 63 Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy s atikou	109

Tabulka 64 Výsledky tlaky větru pro jednotlivé oblasti střech, střecha č. 15 a 16.....	109
Tabulka 65 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A	111
Tabulka 66 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta B	113
Tabulka 67 Skladba zelené střechy č. 15 a 16 pro extenzivní zeleň, navrhovaný stav – Varianta A (odstranění stávající skladby).....	115
Tabulka 68 Výpočet počtu kotev na m ² střechy č. 15 a 16	117
Tabulka 69 Výpis zatížení na vybraných střechách	119
Tabulka 70 Skladba střechy č. 1a a 1b – stávající stav.....	121
Tabulka 71 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 1a a 1b	122
Tabulka 72 Skladba střechy č. 2b – stávající stav	123
Tabulka 73 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 2b.....	124
Tabulka 74 Skladba střechy č. 5, 6, 9, 15 a 16 – stávající stav	125
Tabulka 75 Navrhovaná skladba zelené střechy č. 5, 6, 9, 15 a 16	126

PŘÍLOHA Č. 1

Protokol tepelně-technického posouzení vybraných skladeb střech

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCE - Dle českých technických norem

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Identifikační údaje o budově

Název budovy:	Západočeská univerzita v plzni, budova Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS
Ulice:	Technická 2967/8
PSC:	301 00
Město:	Plzeň 3

Stručný popis budovy

Jedná se o objekt Západočeské univerzity v Plzni. Přesněji o budovu Fakulty aplikovaných věd a výzkumného centra NTIS, která se nachází na parcele číslo 8455/54, ulice Technická 2967/8, 301 00 Plzeň 3. Objekt slouží pro vzdělávání.

Nosný systém stavby je z monolitického železobetonu. Svislý nosný systém je tvořen železobetonovými sloupy, osový modul 6 m x 7,5 m. Budovy A a B jsou vůči sobě vychýleny o 10° a jsou propojeny komunikačním krčkem. Stropní konstrukce v objektu je tvořena železobetonovými deskami, které jsou podepřeny viditelnými nebo skrytými průvlaky.

Seznam podkladů použitých pro hodnocení budovy

--

Identifikační údaje o zpracovateli

Název zpracovatele:	Bc. Klára Motejzíkova
Ulice:	U Lomy 1126
PSC:	334 41
Město zpracovatele:	Dobřany

Datum zpracování:	5.4.2018
-------------------	----------

Informace o použitém výpočetním nástroji

Výpočetní nástroj:	DEKSOFT Tepelná technika 1D
Verze:	3.1.6
Bližší informace na:	www.deksoft.eu

STR-1: Střecha č.1 - stávající stav													
Vnitřní konstrukce:										NE			
Charakter konstrukce:										Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:										NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu						
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]						
1	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0						
2	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-						
3	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0						
4	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-						
5	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,0700	0,037	-	1 270	20	35,0						
6	Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0050	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0						
7	Separáčnická a ochranná netkaná textilie	-	-	-	-	-	-						
8	Kačírek, fr. 16-32 mm	-	-	-	-	-	-						
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>													
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R _{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)										R _{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota										θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	311	m.n.m.	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70

Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:



Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,050	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	2,067	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,484	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	-	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	-	W/(m ² .K)

Hodnocení: -

Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:



Teplotní faktor vnitřního povrchu:	f_{Rsi}	0,886	-
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-
Povrchová teplota konstrukce:	θ_{si}	16,5	°C
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C


Hodnocení: Konstrukce STR-1: Střecha č.1 - stávající stav splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:






Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. rozhraní	Vzdálenost od vnitřního povrchu								x	0,4740	m	
g_c [kg/m ²]	0,000	-0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Povrchová kondenzace												
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem												
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,084	kg/(m ² .a)	
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,000	kg/(m ² .a)	
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:									aktivní			

Hodnocení : V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.

Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:		
Hodnocená vrstva	1	Železobetonová stropní konstrukce
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.	
Poznámka ke konstrukci:		
-		

STR-2: Střecha č.1 - varianta A									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J]/(kg.K)	[kg/m ³]	[-]		
1	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
2	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
3	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
4	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,0700	0,035	-	1 270	28	60,0		
5	Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,0030	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
6	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	29 000,0		
7	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
8	Ochranná separační netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
9	Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu	-	-	-	-	-	-		
10	Netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
11	Substrát	-	-	-	-	-	-		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	

Nadmořská výška budovy (terénu):									h	311	m.n.m.		
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:									ΔU	0,020	W/(m ² .K)		
Odpor při prostupu tepla:									R_T	2,333	m ² .K/W		
Součinitel prostupu tepla:									U	0,429	W/(m².K)		
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:									U_N	-	W/(m ² .K)		
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:									U_{rec}	-	W/(m ² .K)		
Hodnocení:	-												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,899	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-		
Povrchová teplota konstrukce:									θ_{si}	17,0	°C		
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:									$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C		
Hodnocení:	Konstrukce STR-2: Střecha č.1 - varianta A splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:														
Měsíc	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. rozhraní				Vzdálenost od vnitřního povrchu					x	0,4740	m			
g_c [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Povrchová kondenzace														
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Celkem														
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)			
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,001	kg/(m ² .a)			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:									aktivní					
Hodnocení :	V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.													
Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:														
Hodnocená vrstva								1	Železobetonová stropní konstrukce					
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.													
Poznámka ke konstrukci:														
-														



STR-3: Střecha č.1 - varianta B									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
2	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
3	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
4	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 150 S	0,0700	0,035	-	1 270	28	60,0		
5	Ochranná separační netkaná textilie	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
6	Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	0,160	-	960	1 400	20 000,0		
7	Separací netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
8	Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu	-	-	-	-	-	-		
9	Netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
10	Substrát	-	-	-	-	-	-		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	311	m.n.m.	


Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:							ΔU	0,020	W/(m ² .K)				
Odpor při prostupu tepla:							R_T	2,289	m ² .K/W				
Součinitel prostupu tepla:							U	0,437	W/(m².K)				
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:							U_N	-	W/(m ² .K)				
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:							U_{rec}	-	W/(m ² .K)				
Hodnocení:	-												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:							f_{Rsi}	0,897	-				
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:							$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-				
Povrchová teplota konstrukce:							θ_{si}	16,9	°C				
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:							$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C				
Hodnocení:	Konstrukce STR-3: Střecha č.1 - varianta B splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:													
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:							aktivní						
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.												
Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:													
Hodnocená vrstva						1	Železobetonová stropní konstrukce						
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:													
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry						NE							
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:													
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry						NE							
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.												

Poznámka ke konstrukci:

-



STR-4: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - stávající stav									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
3	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
4	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
5	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-		
6	Pěnový polystyren EPS 100 S	0,1000	0,037	-	1 270	20	35,0		
7	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-		
8	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,3200	0,037	-	1 270	20	35,0		
9	Asfaltový pás G200 S40	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	40 000,0		
10	Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0050	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
11	Ochranná separační netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
12	Kačírek, fr. 16-32 mm	-	-	-	-	-	-		
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přirážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	84	%	

Nadmořská výška budovy (terénu):									h	311	m.n.m.		
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:									ΔU	0,050	W/(m².K)		
Odpor při prostupu tepla:									R_T	7,437	m².K/W		
Součinitel prostupu tepla:									U	0,134	W/(m².K)		
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:									U_N	0,24	W/(m².K)		
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:									U_{rec}	0,16	W/(m².K)		
Hodnocení:	Konstrukce STR-4: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - stávající stav splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:									f_{Rsi}	0,967	-		
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:									$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-		
Povrchová teplota konstrukce:									θ_{si}	19,4	°C		
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:									$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C		
Hodnocení:	Konstrukce STR-4: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - stávající stav splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:														
Měsíc	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. rozhraní				Vzdálenost od vnitřního povrchu					x	0,8365	m			
g_c [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Povrchová kondenzace														
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Celkem														
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)			
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,001	kg/(m ² .a)			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:									aktivní					
Hodnocení :	V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.													
Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:														
Hodnocená vrstva							2	Železobetonová stropní konstrukce						
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry							NE							
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry							NE							
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.													
Poznámka ke konstrukci:														
-														


STR-5: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
3	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
4	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
5	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-		
6	Pěnový polystyren EPS 100 S	0,1000	0,037	-	1 270	20	35,0		
7	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-		
8	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,3200	0,037	-	1 270	20	35,0		
9	Asfaltový pás G200 S40	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	40 000,0		
10	Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0050	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
11	Pěnový polystyren EPS 150 S	0,1000	0,035	-	1 270	28	60,0		
12	Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,0030	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
13	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
14	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0053	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
15	Separáčnická a ochranná netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
16	Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu	-	-	-	-	-	-		
17	Netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
18	Substrát	-	-	-	-	-	-		
Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{si}	0,25	0,10	m ² .K/W

Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)			R_{se}	0,04	0,04	$m^2 \cdot K/W$							
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota			θ_i	20,0	°C								
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:			θ_{ai}	20,6	°C								
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:			φ_i	55	%								
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:			$\Delta\varphi_i$	5	%								
Návrhová teplota venkovního vzduchu:			θ_e	-15,0	°C								
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:			φ_e	84	%								
Nadmořská výška budovy (terénu):			h	311	m.n.m.								
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:			ΔU	0,020	$W/(m^2 \cdot K)$								
Odpor při prostupu tepla:			R_T	11,393	$m^2 \cdot K/W$								
Součinitel prostupu tepla:			U	0,088	$W/(m^2 \cdot K)$								
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:			U_N	0,24	$W/(m^2 \cdot K)$								
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:			U_{rec}	0,16	$W/(m^2 \cdot K)$								
Hodnocení:	Konstrukce STR-5: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:			f_{Rsi}	0,978	-								
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:			$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-								
Povrchová teplota konstrukce:			θ_{si}	19,8	°C								
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:			$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C								
Hodnocení:	Konstrukce STR-5: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:														
Měsíc	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. rozhraní				Vzdálenost od vnitřního povrchu						x	0,8365	m		
g_c [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2. rozhraní				Vzdálenost od vnitřního povrchu						x	0,9455	m		
g_c [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Povrchová kondenzace														
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem														
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)			
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,001	kg/(m ² .a)			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:									aktivní					
Hodnocení :	V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.													
Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:														
Hodnocená vrstva								2	Železobetonová stropní konstrukce					
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.													
Poznámka ke konstrukci:														
-														



STR-6: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta B									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zemínou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
3	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
4	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
5	Lepidlo PUK	-	-	-	-	-	-		
6	Pěnový polystyren EPS 100 S	0,1000	0,037	-	1 270	20	35,0		
7	Lepidlo PUK	0,0000	-	-	-	-	-		
8	Spádové klíny z pěnového polystyrenu EPS 100 S	0,3200	0,037	-	1 270	20	35,0		
9	Asfaltový pás G200 S40	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	40 000,0		
10	Speciální hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivou proti prorůstání kořenů	0,0050	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
11	Pěnový polystyren EPS 150 S	0,1000	0,035	-	1 270	28	60,0		
12	Ochranná separační netkaná textilie	0,0000	0,000	-	0	0	0,0		
13	Měkčená PVC fólie se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro vegetační střechy	0,0015	0,160	-	960	1 400	20 000,0		
14	Separací a ochranná netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
15	Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu	-	-	-	-	-	-		
16	Netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
17	Substrát	-	-	-	-	-	-		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{se}	0,04	0,04	m ² .K/W

Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota										θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:										θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:										φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:										$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:										θ_e	-15,0	°C	
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	311	m.n.m.	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:										ΔU	0,020	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:										R_T	11,364	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:										U	0,088	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:										U_N	0,24	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:										U_{rec}	0,16	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce STR-6: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta B splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:										f_{Rsi}	0,978	-	
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:										$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-	
Povrchová teplota konstrukce:										θ_{si}	19,8	°C	
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:										$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C	
Hodnocení:	Konstrukce STR-6: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta B splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:													
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:										aktivní			
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.												

Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:		
Hodnocená vrstva	2	Železobetonová stropní konstrukce
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.	
Poznámka ke konstrukci:		
-		

STR-7: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A (odstranění stávající skladby)									
Vnitřní konstrukce:						NE			
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)			
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE			
Konstrukce ve styku se zeminou:						NE			
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem			
Skladba konstrukce od interiéru:									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
			λ	λ_{ekv}					
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]		
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
2	Železobetonová stropní konstrukce	0,4000	1,740	-	1 020	2 500	32,0		
3	Penetrační nátěr	-	-	-	-	-	-		
4	SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z Al fólie	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	300 000,0		
5	Pěnový polystyren EPS 150 S	0,3200	0,035	-	1 270	28	60,0		
6	Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,0030	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
7	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,0040	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
8	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů	0,0053	0,210	-	1 470	1 400	30 000,0		
9	Separáčnická a ochranná netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
10	Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu	-	-	-	-	-	-		
11	Netkaná textilie	-	-	-	-	-	-		
12	Substrát	-	-	-	-	-	-		
<i>Poznámka: vrstvy uvedené šedým písmem nejsou ve výpočtu uvažovány.</i>									
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,10	m ² .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W
Okrajové podmínky:									
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C	
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{ai}	20,6	°C	
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	55	%	
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%	
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-15,0	°C	

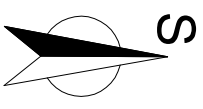
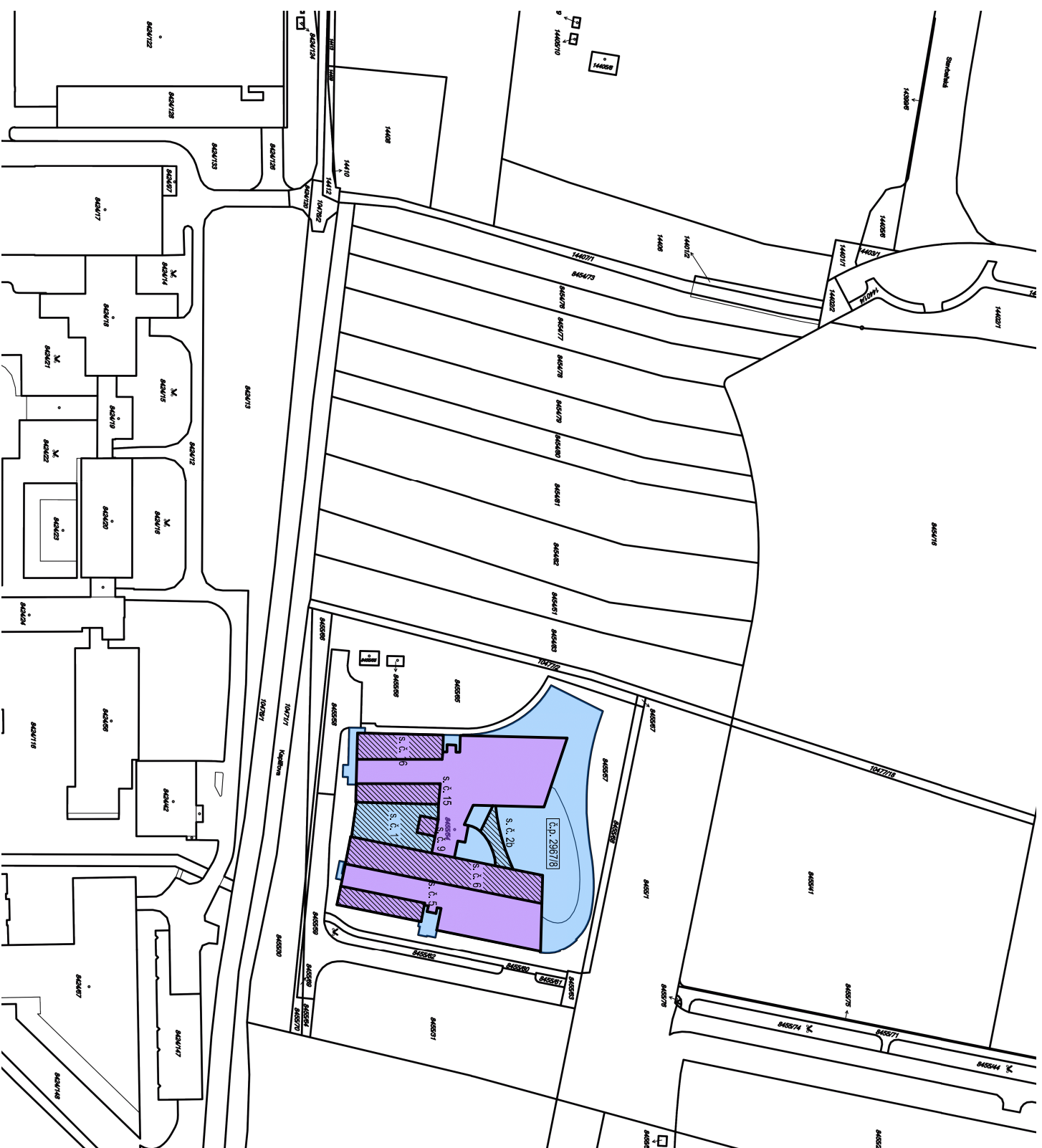
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:										φ_e	84	%	
Nadmořská výška budovy (terénu):										h	311	m.n.m.	
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-2,2	-0,4	3,5	9,0	13,4	16,9	18,0	17,9	13,7	8,8	3,4	-0,2
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	74	71	70	70	74	77	79	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$\varphi_{i,m}$	[%]	67	69	68	68	69	72	73	73	70	68	68	70
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:													
Korekce součinitele prostupu tepla:										ΔU	0,020	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:										R_T	8,087	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:										U	0,124	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:										U_N	0,24	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:										U_{rec}	0,16	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce STR-7: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A (odstranění stávající skladby) splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.												
Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:													
Teplotní faktor vnitřního povrchu:										f_{Rsi}	0,969	-	
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:										$f_{Rsi,N,80}$	0,792	-	
Povrchová teplota konstrukce:										θ_{si}	19,5	°C	
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:										$\theta_{si,min,80}$	13,2	°C	
Hodnocení:	Konstrukce STR-7: Střecha č. 5, 6, 9, 15 a 16 - varianta A (odstranění stávající skladby) splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.												

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:														
Měsíc	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. rozhraní				Vzdálenost od vnitřního povrchu					x	0,7365	m			
g_c [kg/m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000	-0,001	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Povrchová kondenzace														
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Celkem														
M_a [kg/m ²]	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)			
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,001	kg/(m ² .a)			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:									aktivní					
Hodnocení :	V konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.													
Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy:														
Hodnocená vrstva								2	Železobetonová stropní konstrukce					
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:														
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry								NE						
Hodnocení:	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.													
Poznámka ke konstrukci:														
-														

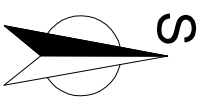
VÝKRESOVÁ ČÁST

Seznam rysů:

- C.1 – Situace širších vztahů (měřítko 1:2000)
- C.2 – Celkový situační výkres (měřítko 1:1000)
- C.3 – Koordinační situace (měřítko 1:500)
- 01 – Půdorys a řez střechy č. 1, 9, 15 a 16 – stávající stav (měřítko 1:100)
- 02 – Půdorys a řez střechy č. 5 a 6 – stávající stav (měřítko 1:100)
- 03 – Půdorys a řez střechy č. 2b – stávající stav (měřítko 1:100)
- 04 – Půdorys a řez střechy č. 1, 9, 15 a 16 – navrhovaný stav (měřítko 1:100)
- 05 – Půdorys a řez střechy č. 5 a 6 – navrhovaný stav (měřítko 1:100)
- 06 – Půdorys a řez střechy č. 2b – navrhovaný stav (měřítko 1:100)
- 07 – Kotevní plán střechy č. 1, 9, 15 a 16 (měřítko 1:100)
- 08 – Kotevní plán střechy č. 5 a 6 (měřítko 1:100)
- 09 – Detail A – atika, střecha č. 1 (měřítko 1:5)
- 10 – Detail B – vtok, střecha č. 1 (měřítko 1:5)
- 11 – Detail C – napojení na stěnu, střecha č. 1 (měřítko 1:5)
- 12 – Detail D – atika, střecha č. 2b (měřítko 1:5)
- 13 – Detail E – vtok, střecha č. 2b (měřítko 1:5)
- 14 – Detail F – atika, střecha č. 9 (měřítko 1:5)
- 15 – Detail G – vtok, střecha č. 10 (měřítko 1:8)
- 16 – Detail H – atika, střecha č. 5, 6, 15 a 16 (měřítko 1:8)
- 17 – Detail I – vtok, střecha č. 5, 6, 15 a 16 (měřítko 1:5)
- 18 – Detail J – napojení na stěnu, střecha č. 5, 6, 15 a 16 (měřítko 1:5)



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Situace širších vztahů		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Motejzlková		ČÍSLO VÝKRESU: C.1	
Kontroloval: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:2000	



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací DATUM: duben 2018	
OBSAH VÝKRESU: Celkový situační výkres		ČÍSLO VÝKRESU: C.2	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Motejzčíková	KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:1000



LEGENDA



Stavební výtah



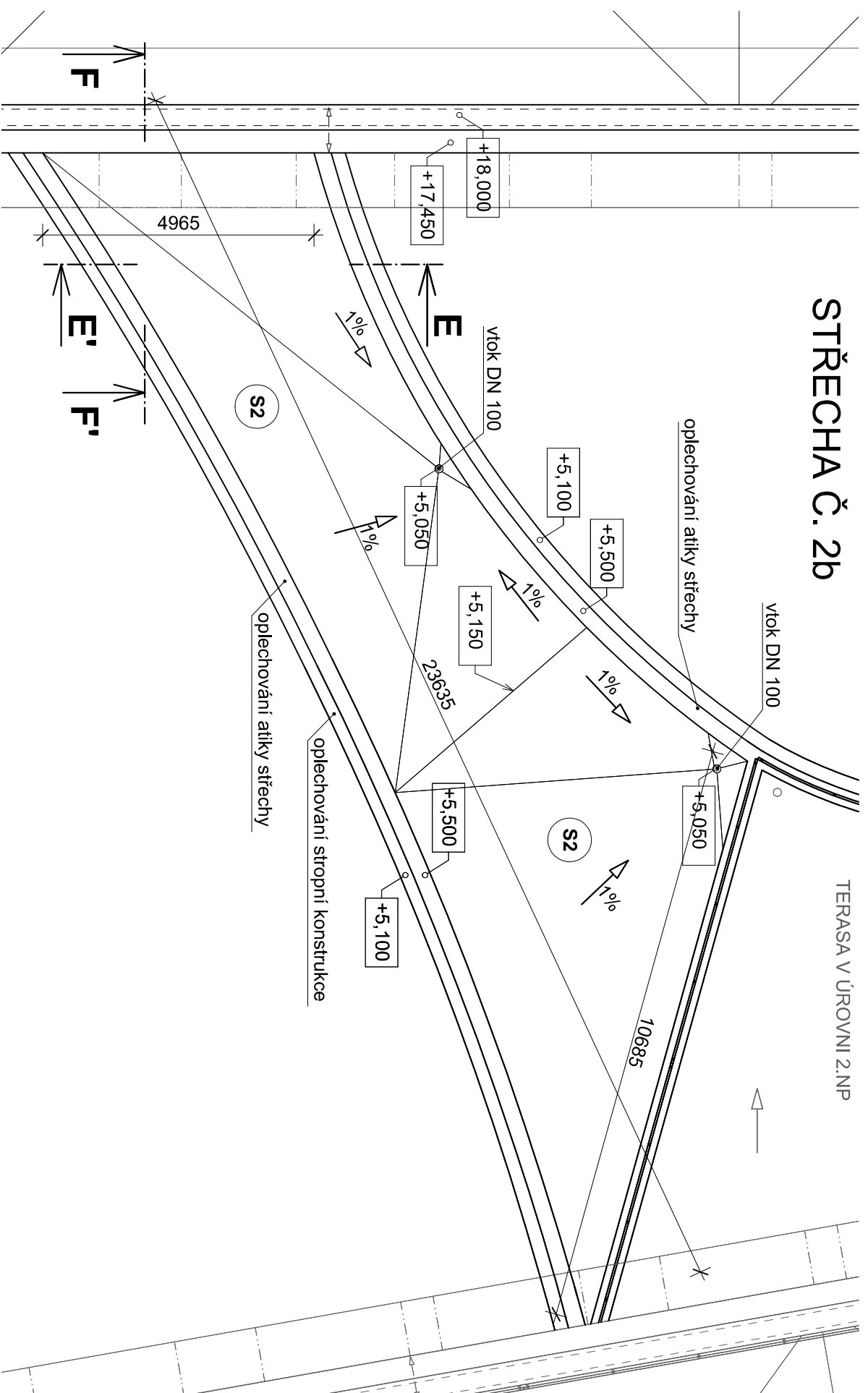
Poznámka:

- Na pozemku u objektu bude umístěn kontejner pro demontovaný materiál a odřezky stavebních materiálů.
- Přívod vody a energie - v objektu.
- K objektu bude umístěno, po dobu stavebních prací, mobilní WC.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Koordinační situace		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzíkova		ČÍSLO VÝKRESU: C.3	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:500	

STŘECHA Č. 2b

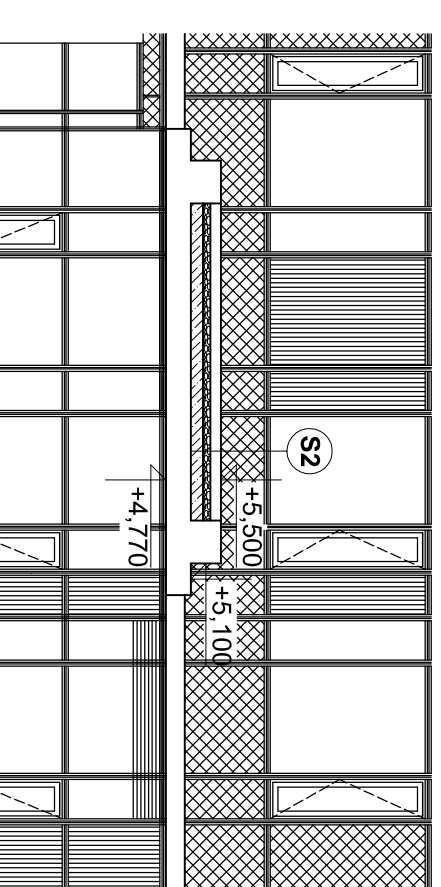
TERASA V ÚROVNI 2.NP



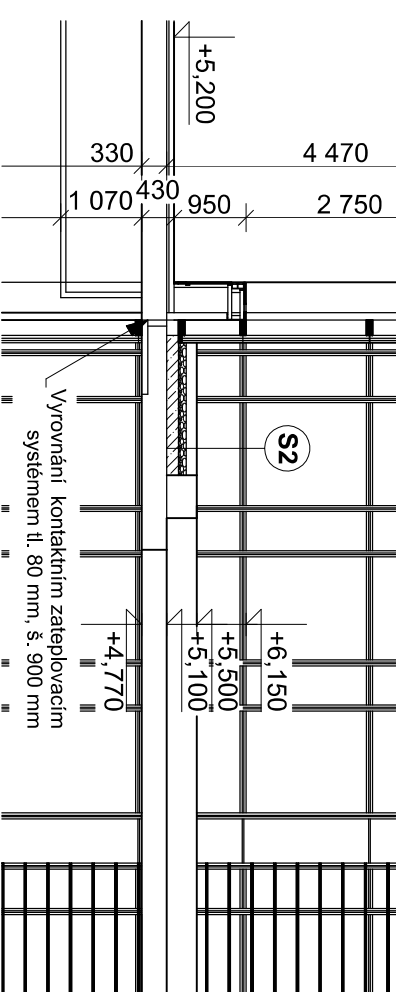
POPIS SKLADBY:

- (S2) Kačírek, tl. 50-150 mm
- Geotextilie
- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože, tl. 4 mm
- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny, tl. 4 mm
- Penetrační nátěr
- Spádový beton C12/15, tl. 50-150 mm
- Železobetonová stropní konstrukce, tl. 300 mm
- Sjednocující síťka na beton
- 2x silikonový, průhledný, ochranný, bezbarvý nátěr na beton

Řez E - E'



Řez F - F'



Poznámka:

Oplechování je provedeno z FeZn plechu
Původní konstrukce, které nejsou předmětem moji diplomové práce, jsou označeny šedou barvou



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH
NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY
Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň

STUPEŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací

DATUM: duben 2018

OBSAH VÝKRESU: Půdorys a řez střechy č. 2b - stávající stav

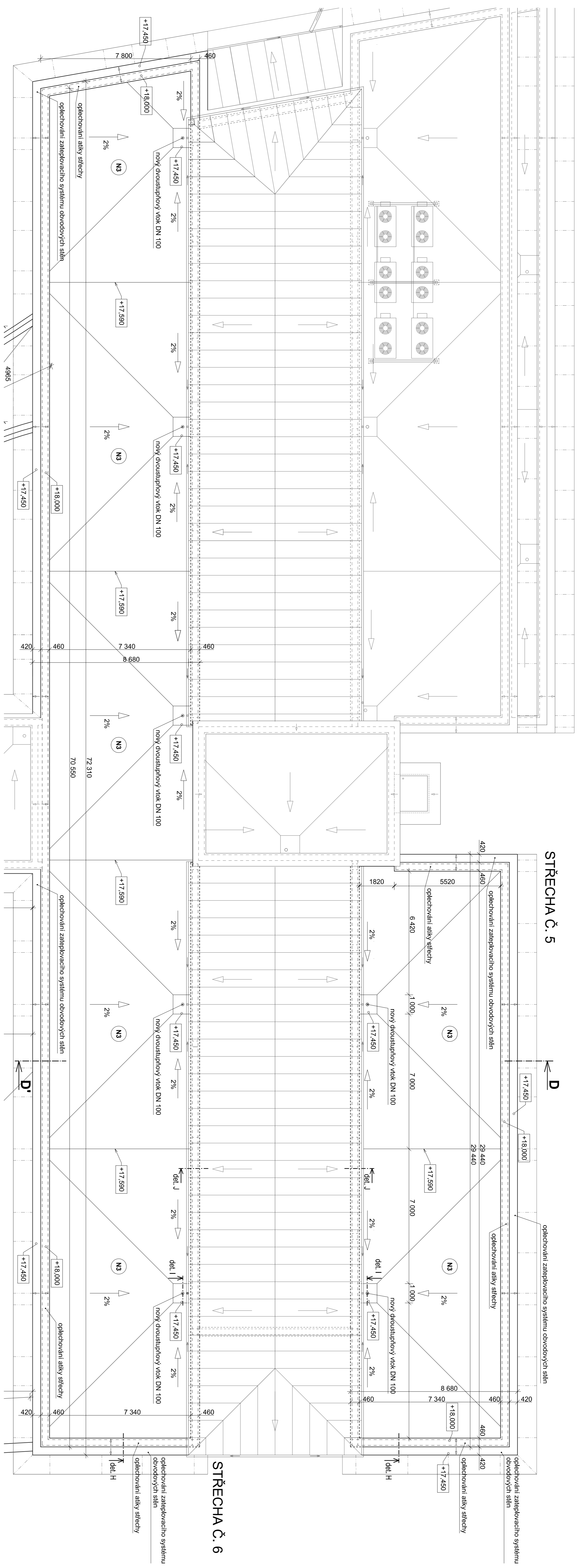
ČÍSLO VÝKRESU: 03

VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzliková

KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.

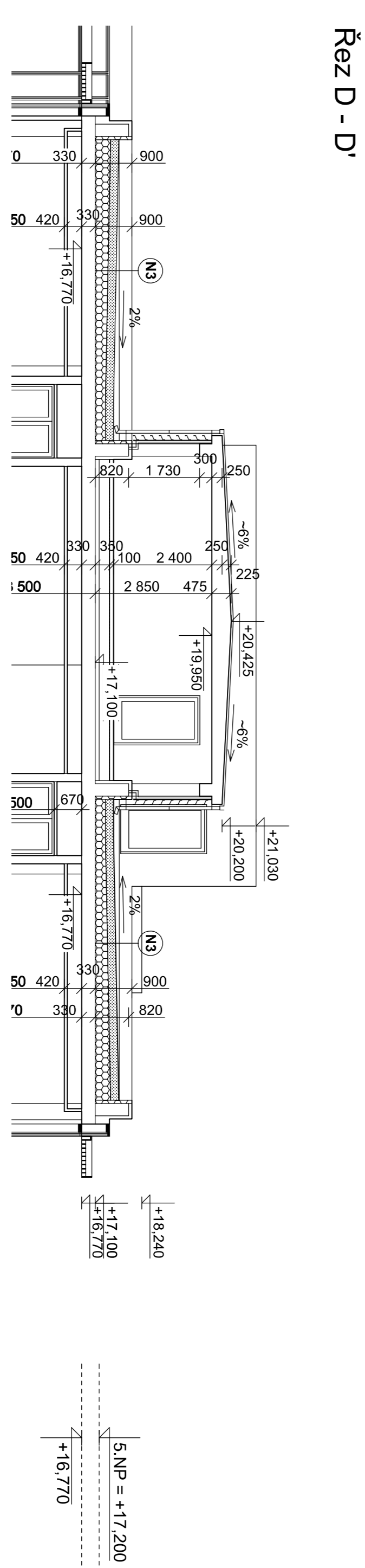
FORMÁT: A3

MĚŘÍTKO: 1:100



POPIS SKLADĚB:

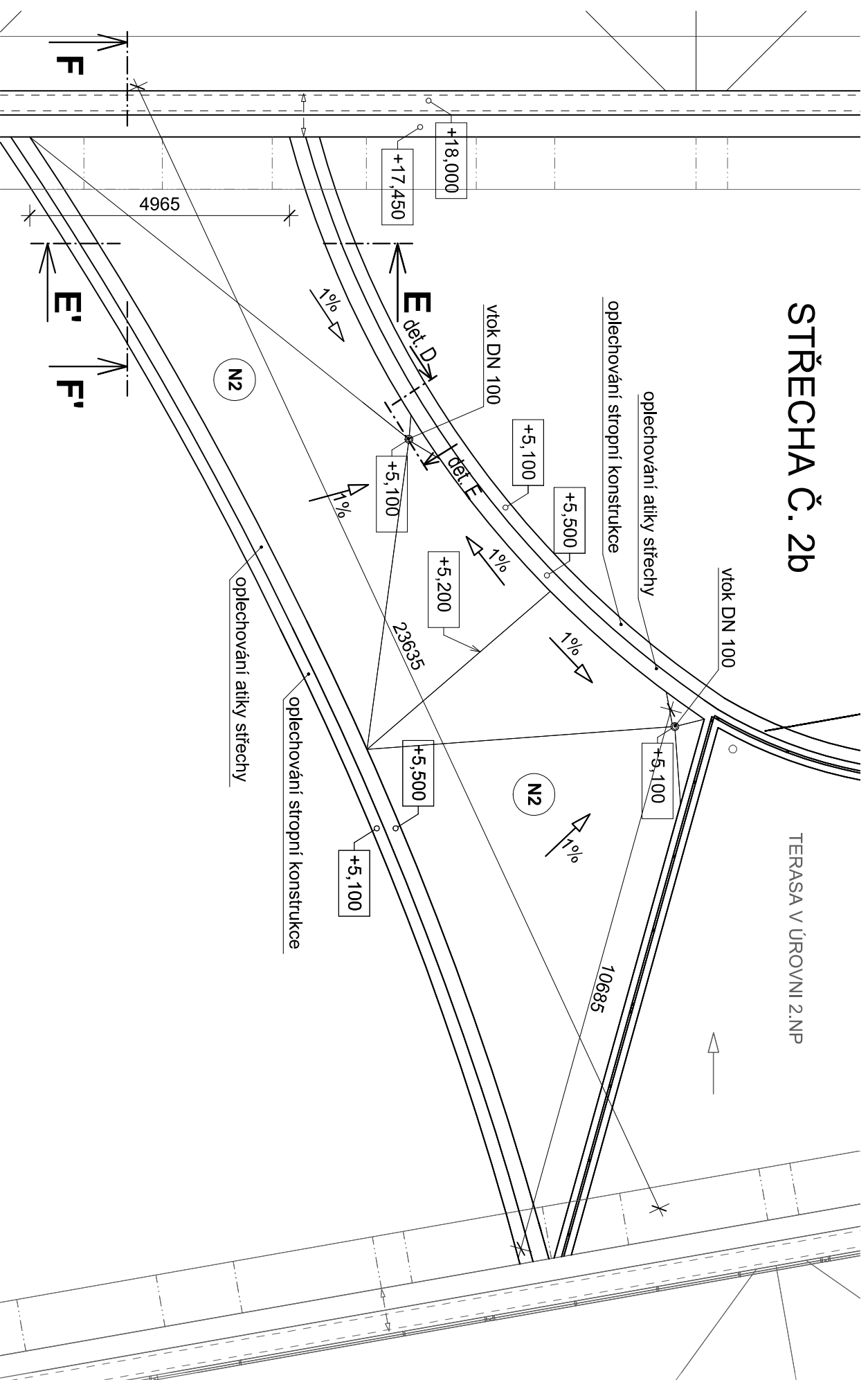
- (N3) Substrát pro extenzivní zeleň, tl. 100-200 mm
- Neklasická kerolite
- Nápravná fólie s perforacemi na horním povrchu, tl. 20 mm
- Neklasická kerolite
- Hydroizolacení pás z SSS modifikovaného asfaltu
- Saditiny pro porostení rostlin, tl. 5,37 mm
- Hydroizolacení pás z SSS modifikovaného asfaltu
- Samodrživý posypávací, tl. 4 mm
- Samodrživý pás z SSS modifikovaného asfaltu, tl. 3 mm
- Spádné klíny EPS 150 S, tl. 250-300 mm
- Hydroizolacení pás z SSS modifikovaného asfaltu
- S nodovou vrstvou z AN 04c, tl. 4 mm
- Penetrace níže
- Zaizolovaná stropní konstrukce, tl. 330 mm
- Zv. silikónový, pudřený, ochranný, bezbarvý nátěr na beton
- Vzdušná mezera
- Podhled, tl. 12,5 mm



Poznámka:
 Oplečtování je provedeno z FeZn plechu
 Původní konstrukce, které nejsou předmětem této diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZAPADOCESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň	STUPEŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací
OBSAH VÝKRESU: Podpory a řez střechy č. 5 a 6 - navrhovaný stáv	ČÍSLO VÝKRESU: 05
VYPRACOVÁLA: Bc. Klára Motejšilová	KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vějkava, Ph. D.
FORMÁT: A1	MĚŘÍTKO: 1:100
	DATA: duben 2018

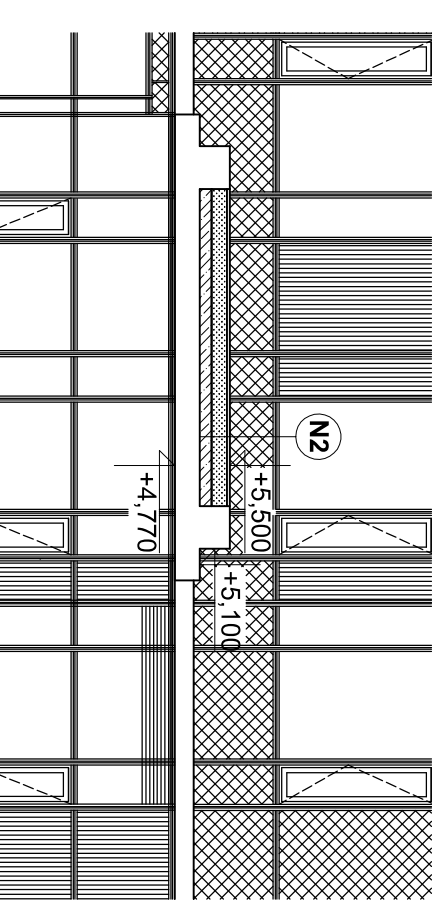
STŘECHA Č. 2b



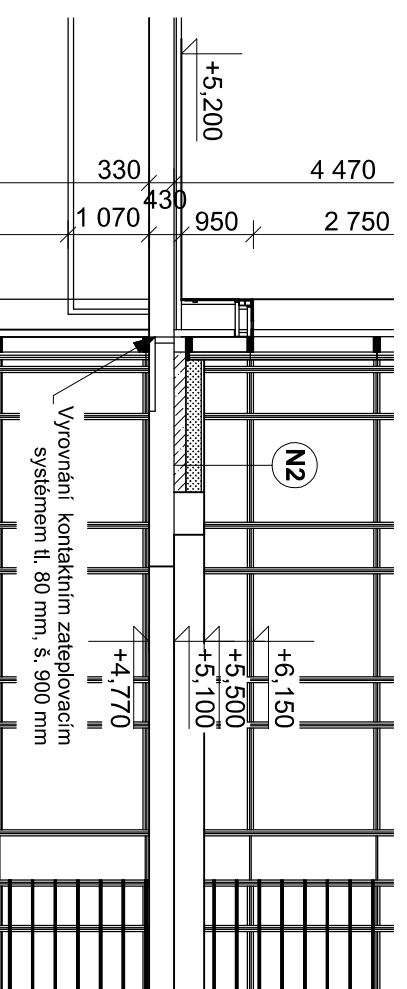
POPIS SKLADBY:

- N2 Substrát pro extenzivní zeleň, tl. 100-200 mm
- Netkaná textilie
- Nopová fólie s perforacemi na horním povrchu, tl. 20 mm
- Netkaná textilie
- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenu, tl. 5,3 mm
- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou z polyesterové rohože, tl. 4 mm
- Hydroizolační pás z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny, tl. 4 mm
- Penetrační nátěr
- Spádový beton C12/15, tl. 50-150 mm
- Železobetonová stropní konstrukce, tl. 300 mm
- Sjednocující stěrka na beton
- 2x silikonový, průhledný, ochranný, bezbarvý nátěr na beton

Řez E - E'

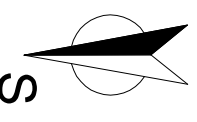


Řez F - F'



Poznámka:

Oplechování je provedeno z FeZn plechu
Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou



ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY

STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací

Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň

DATUM: duben 2018

OBSAH VÝKRESU: Půdorys a řez střechy č. 2b - navrhovaný stav

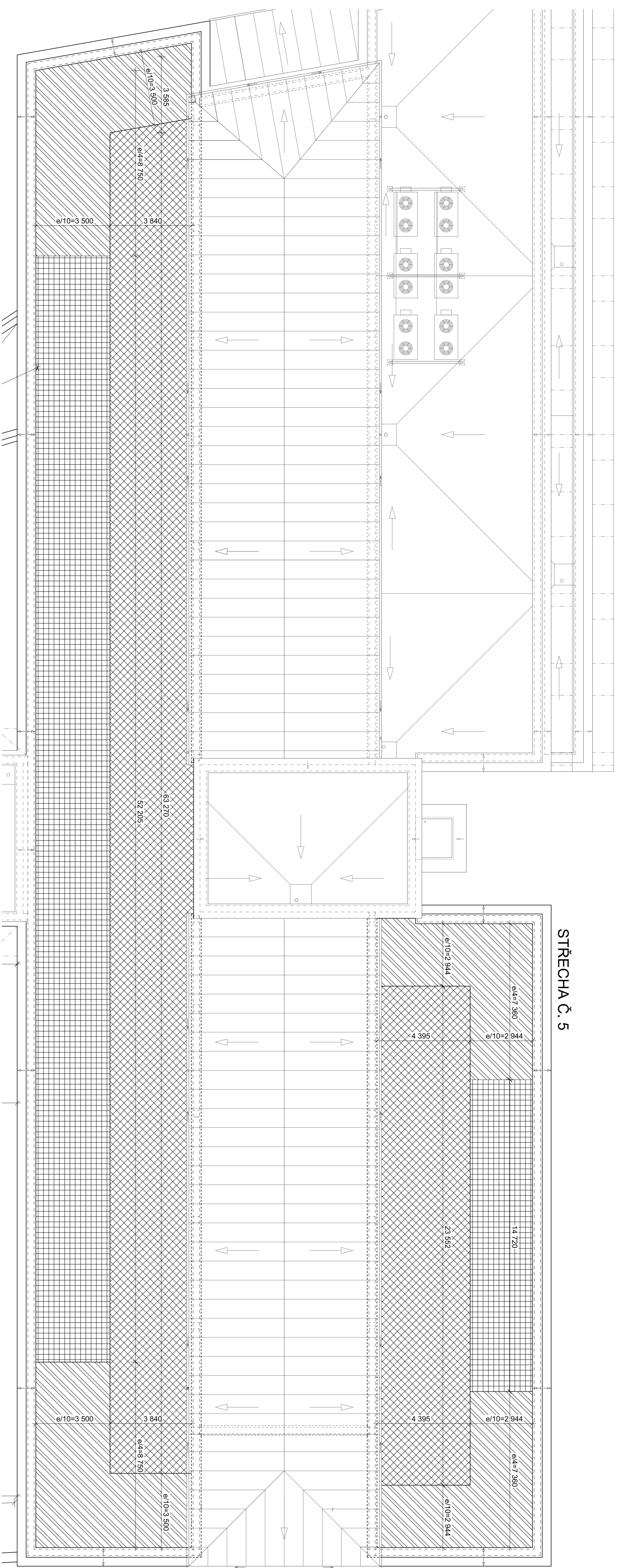
ČÍSLO VÝKRESU: 06

VYPRACOVALA: Bc. Klára Motejzčíková

KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.

FORMÁT: A3

MĚŘÍTKO: 1:100

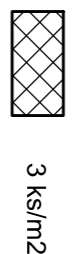
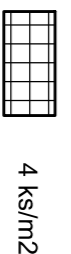



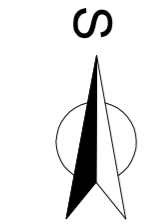
STŘECHA Č. 5

STŘECHA Č. 6

- Poznámky:**
- Kotelni tepelné izolace bude provedeno pomocí samostatných ocelových vrátů do betonu s plastovými podložkami.
 - Průměr plastových podložek je 50 mm, délka 225-350 mm. Délka šroubu je 30-80 mm, v místě rozřezek budou použity děsí šrouby.
 - Hydroizolaci vrstva nebude kotvena.
 - Dodavatel stavby zajistí provedení výřezných zkoušek.
 - Kotelni plán je navržen na návrhovou pevnost v podkladu 0,4 kN, tj. hodnotu výřezné síly min. 1,2 kN.
 - V případě, že průměrná hodnota výřezné síly bude menší než 1,2 kN, je nutné konzultovat změnu kotelni se zpracovatelem projektu.
 - Charakteristická únosnost kolvy proti vyřazení z kotveného prvku je počítána 0,40 kN.
 - Při výpočtu účinku sání větru bylo uvažováno s rychlostí větru 25 m/s. Zastavenosti území byla klasifikována jako 2. kategorie terénu.

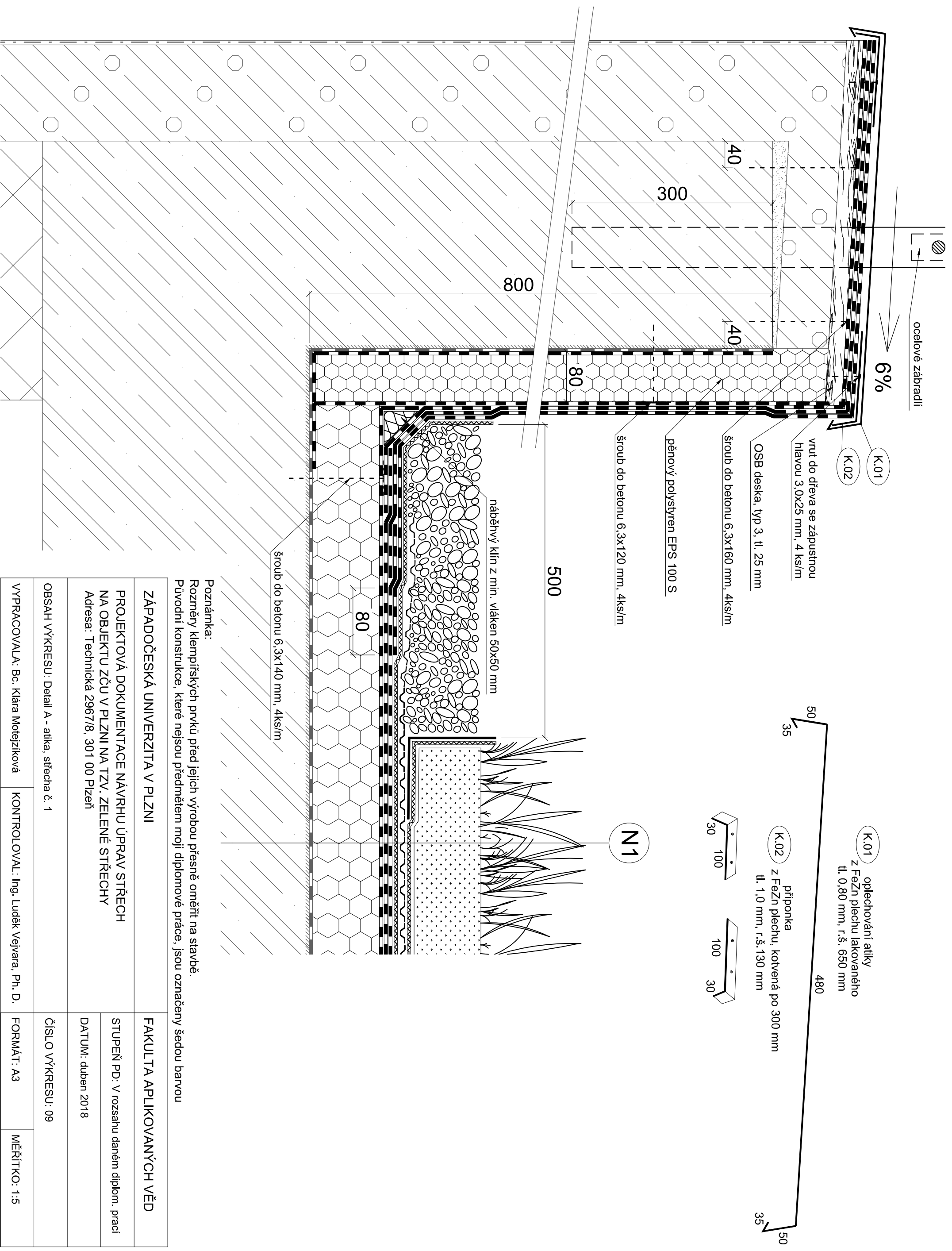
LEGENDA POČTU KOTEV

-  3 ks/m²
-  4 ks/m²
-  6 ks/m²



Poznámka:
Převodní konstrukce, které nejsou předtímem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou.

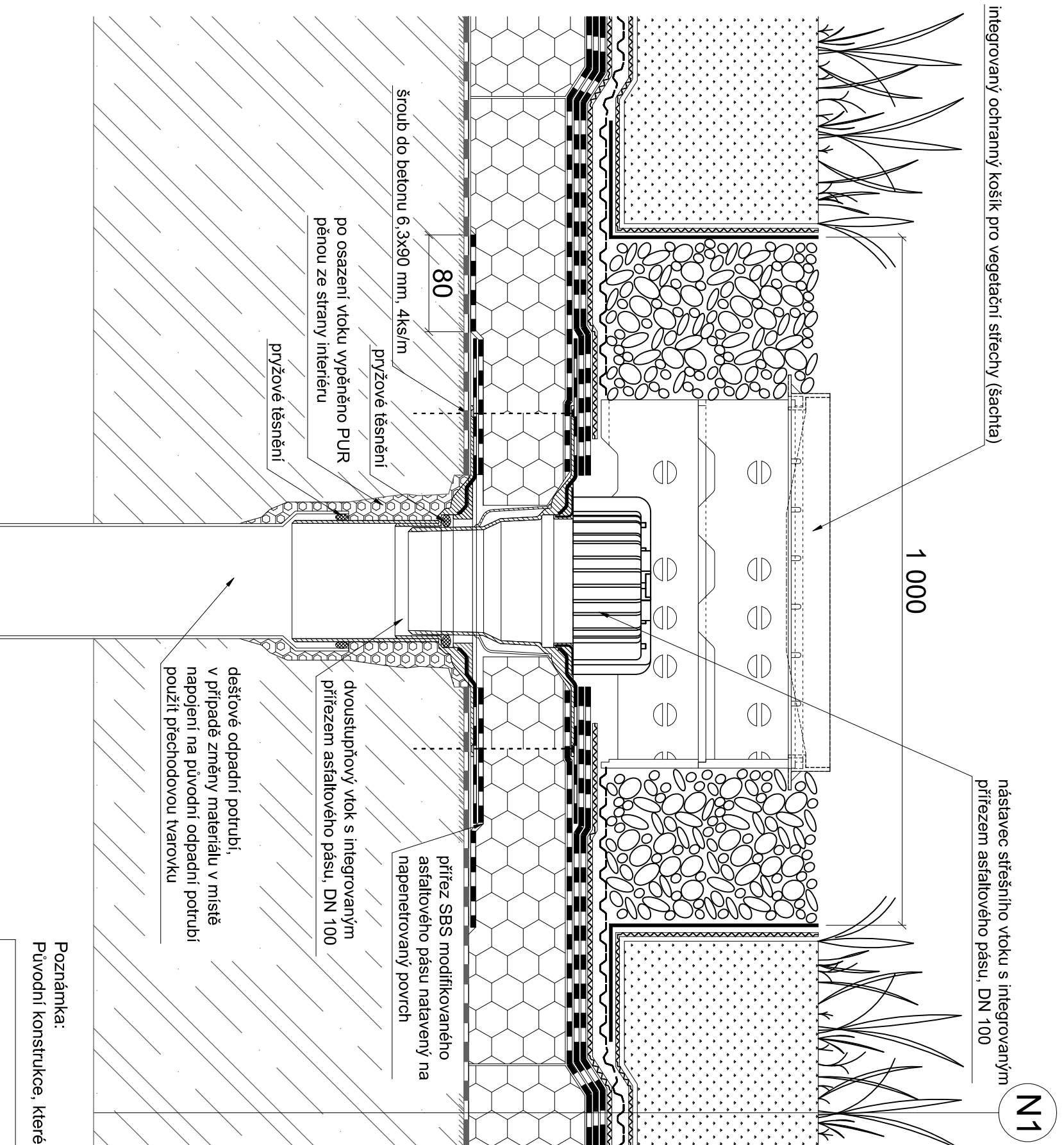
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENEJ STRECHY	STUPEŇ PD: v rozsahu daném diplom. prací
Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň	DATUM: duben 2018
OBSAH VÝKRESU: Kotelni plán střešy č. 5 a 6	ČÍSLO VÝKRESU: 08
VYPRACOVALA: Bc. Klára Motejšková	KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vějkava, Ph. D.
FORMÁT: A1	MĚŘÍTKO: 1:100



Poznámka:

Rozměry klempířských prvků před jejich výrobou přesně oměřit na stavbě. Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

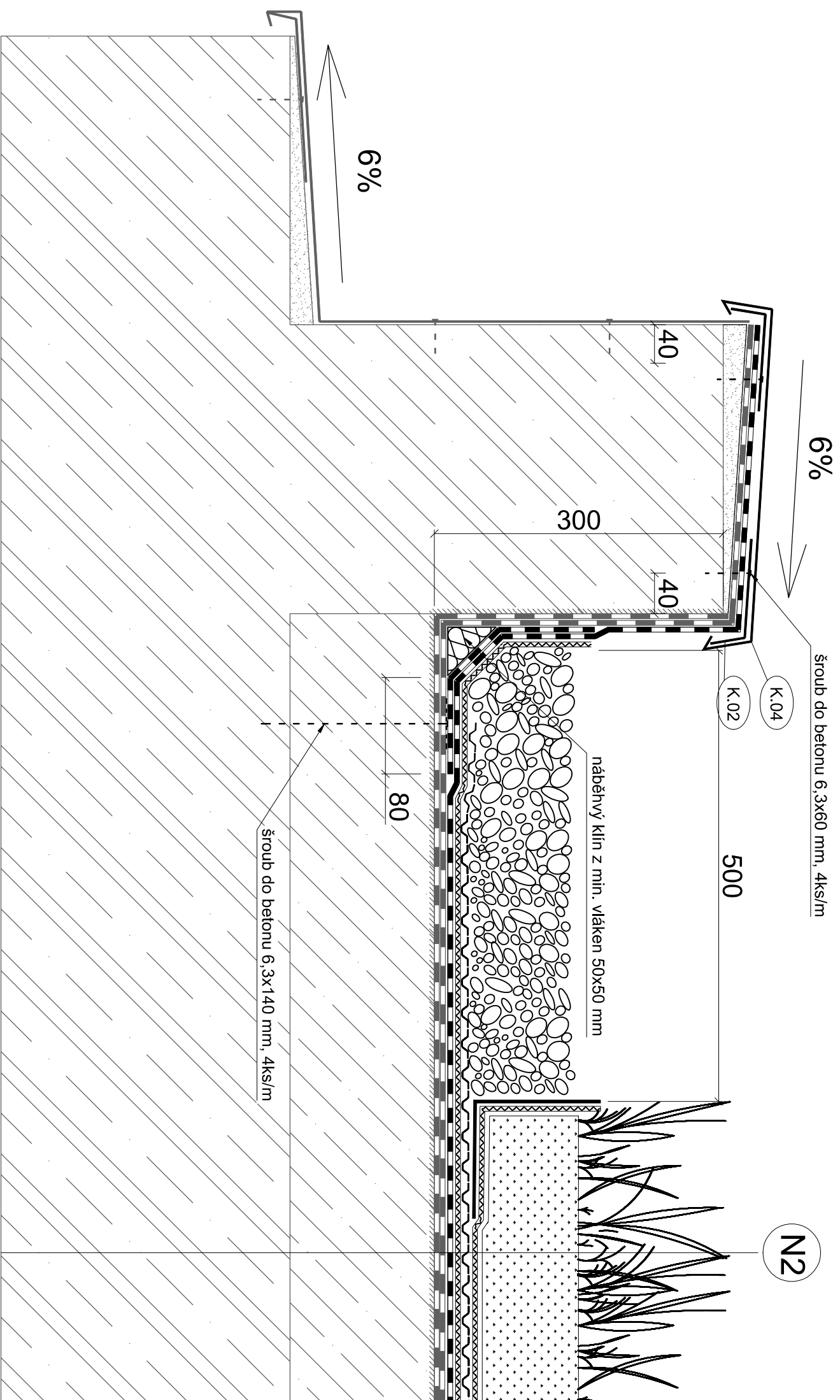
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		DATUM: duben 2018	
OBSAH VÝKRESU: Detail A - atika, střecha č. 1		ČÍSLO VÝKRESU: 09	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzliková	KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.	FORMÁT: A3	MĚŘÍTKO: 1:5



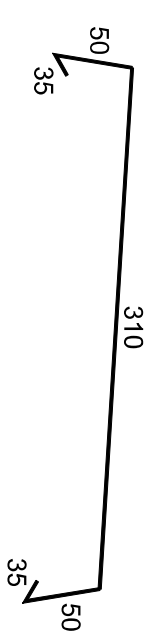
Poznámka:

Původní konstrukce, které nejsou předmětem méj diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail B - vtok, střecha č. 1		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzíkova		ČÍSLO VÝKRESU: 10	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:5	



K.04 oplechování atiky
z FeZn plechu lakovaného
tl. 0,80 mm, r.š. 480 mm



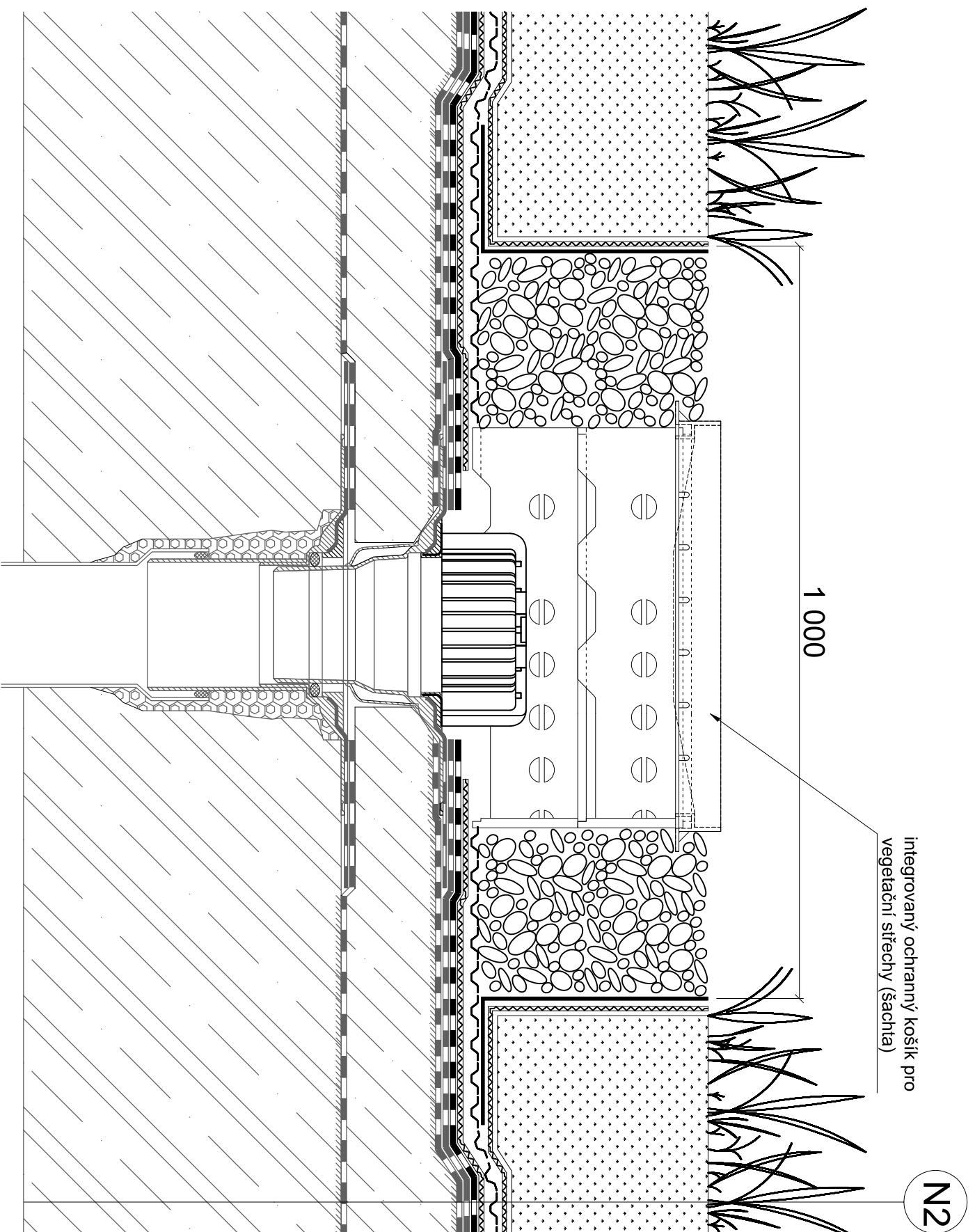
K.02 příponka
z FeZn plechu, kotvená po 300 mm
tl. 1,0 mm, r.š. 130 mm



Poznámka:

Rozměry klempířských prvků před jejich výrobou přesně oměřit na stavbě.
Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail D - atika, střecha č. 2b		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molezčíková		ČÍSLO VÝKRESU: 12	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:5	



N2

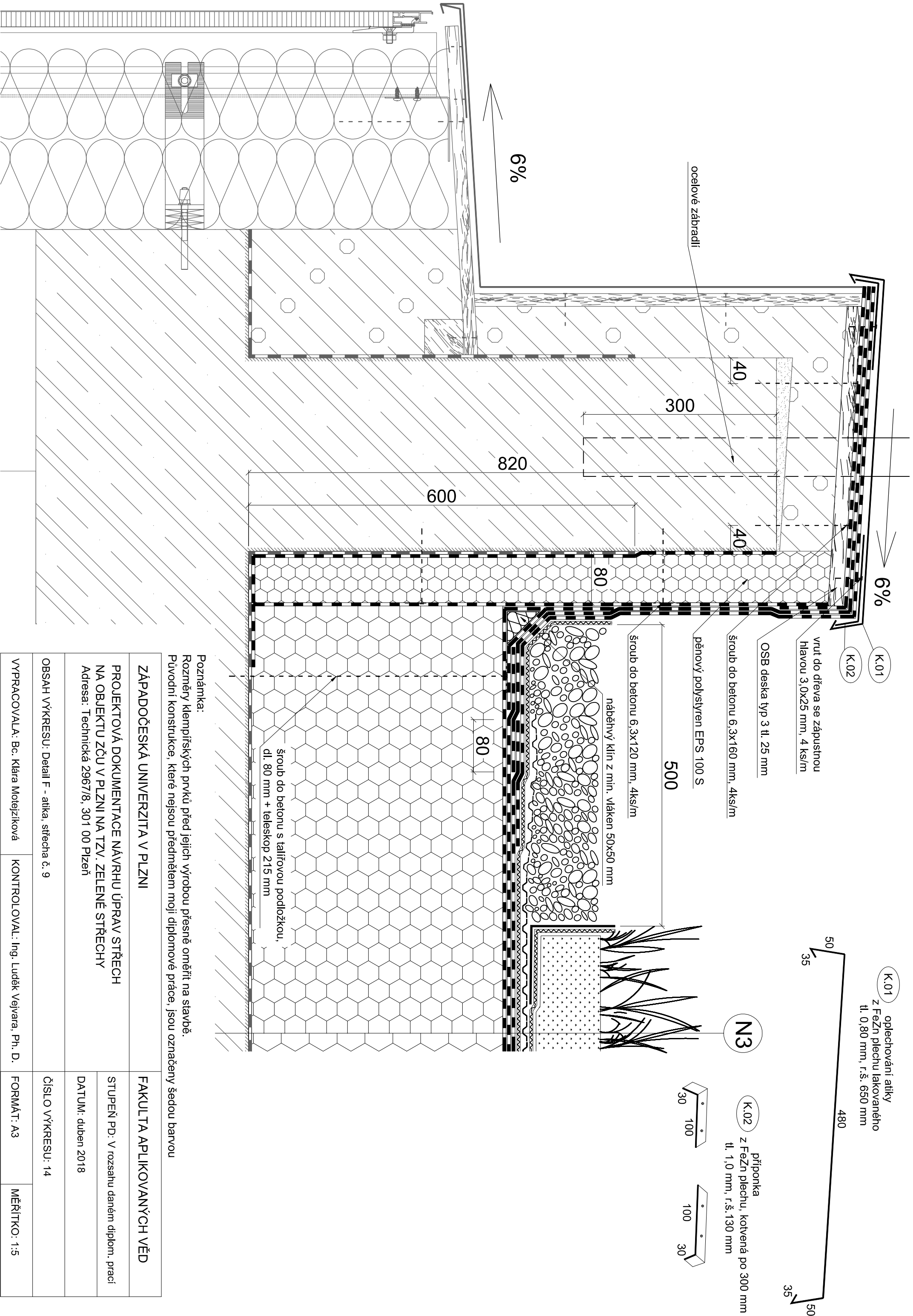
integrovaný ochranný košík pro
vegetační střechy (šachta)

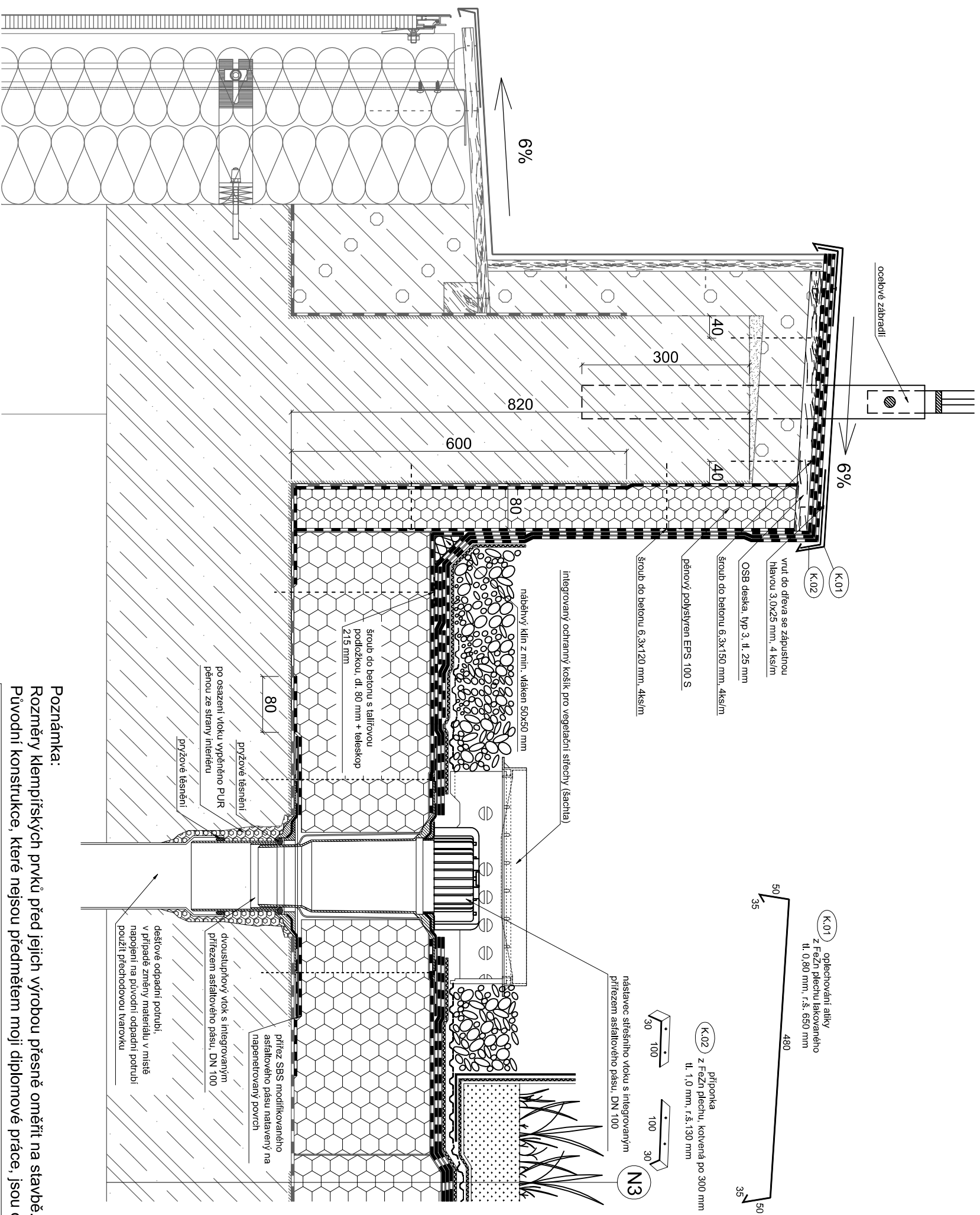
1 000

Poznámka:

Původní konstrukce, které nejsou předmětem moji diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail E - vtok, střecha č. 2b		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzliková		ČÍSLO VÝKRESU: 13	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:5	

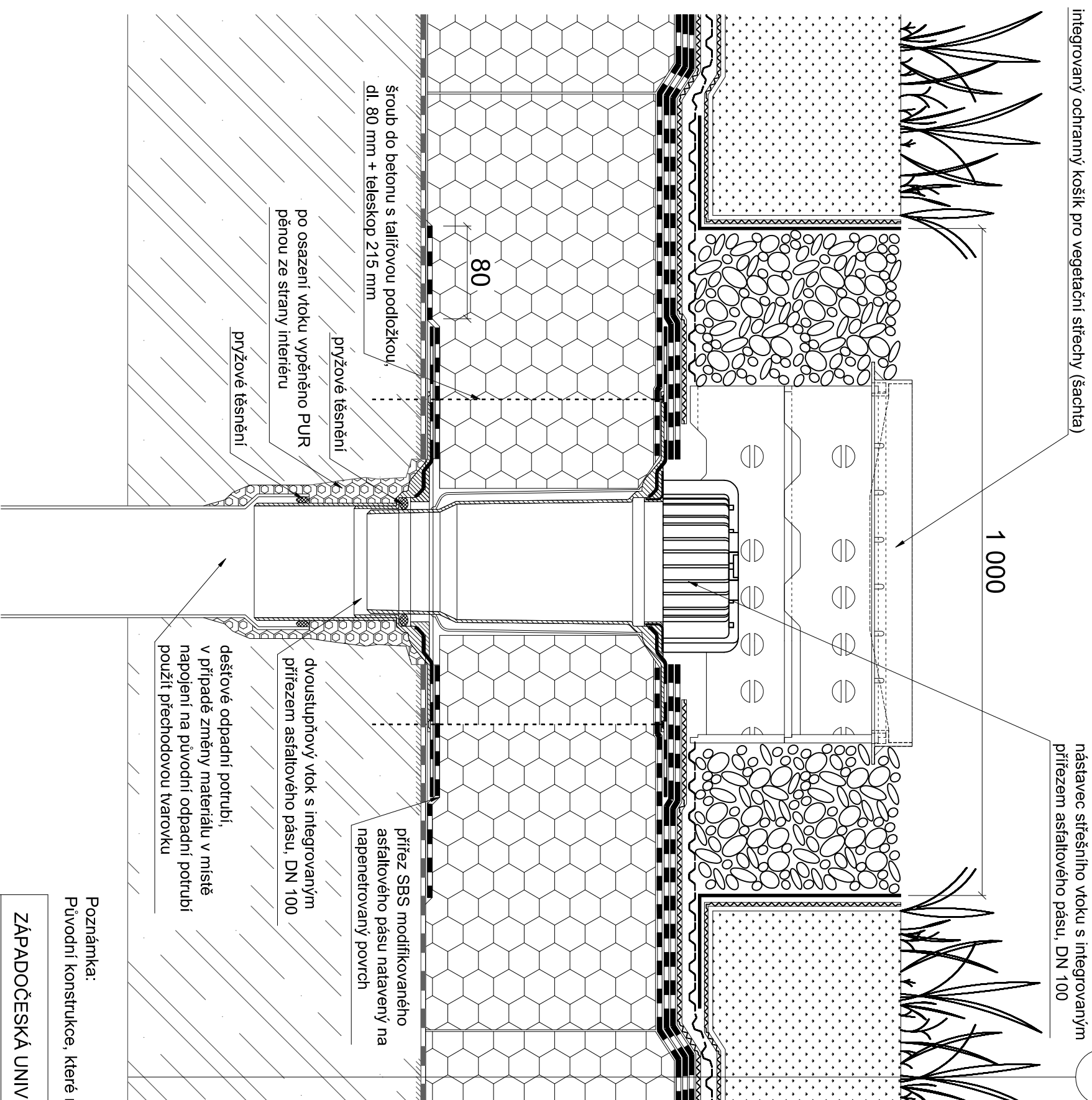




Poznámka:

Rozměry klempířských prvků před jejich výrobou přesně oměřit na stavbě.
Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

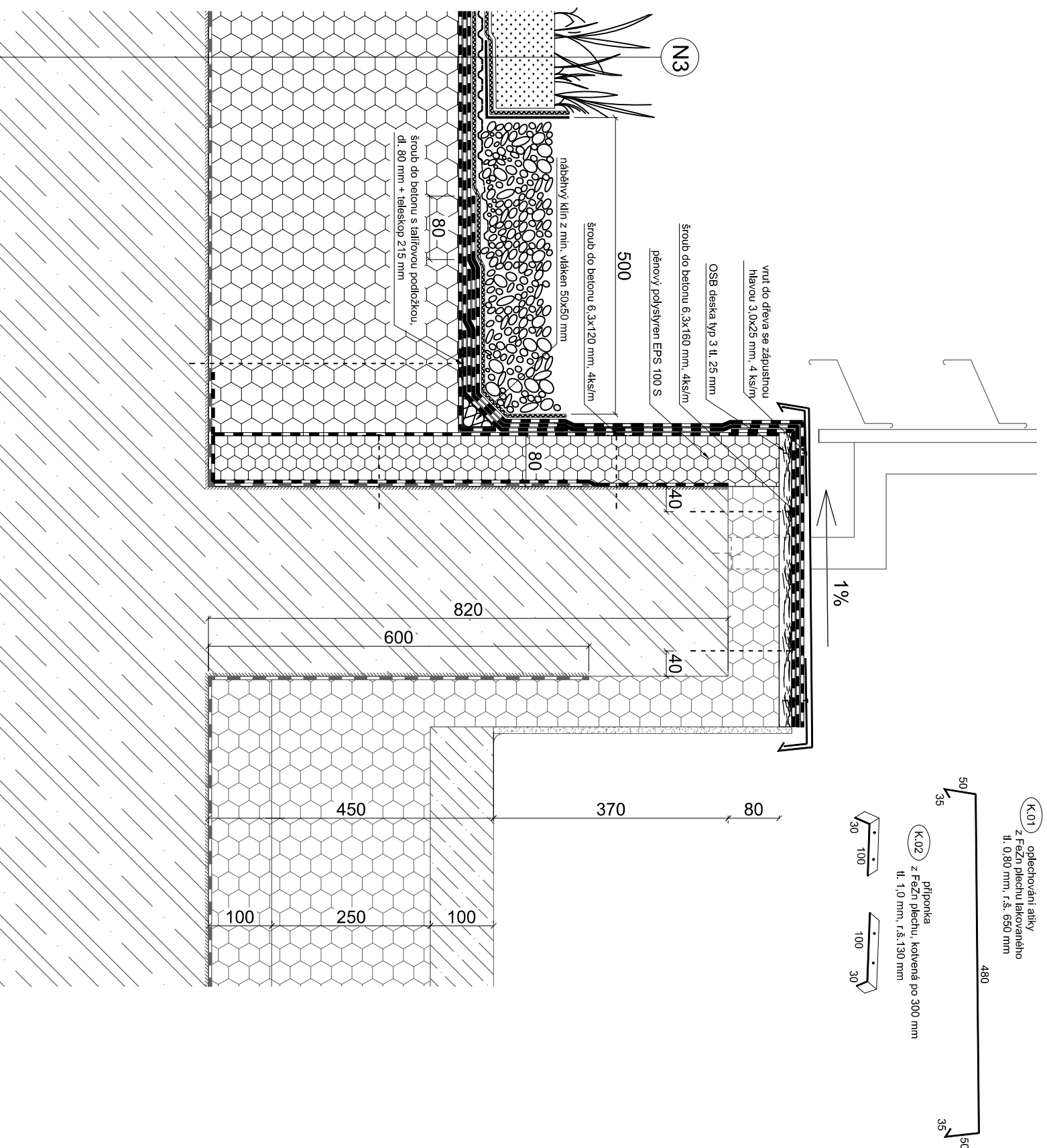
ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail G - vtok, střecha č. 9		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Motejzliková		ČÍSLO VÝKRESU: 15	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:8	



Poznámka:

Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail I - vtok, střecha č. 5, 6, 15 a 16		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzíkova		ČÍSLO VÝKRESU: 17	
KONTROLOVAL: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:5	



Poznámka:

Rozměry klempířských prvků před jejich výrobou přesně oměřit na stavbě.
Původní konstrukce, které nejsou předmětem mojí diplomové práce, jsou označeny šedou barvou

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD	
PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE NÁVRHU ÚPRAV STŘECH NA OBJEKTU ZČU V PLZNI NA TZV. ZELENÉ STŘECHY Adresa: Technická 2967/8, 301 00 Plzeň		STUPĚŇ PD: V rozsahu daném diplom. prací	
OBSAH VÝKRESU: Detail J - napojení na stěnu, střecha č. 5, 6, 15 a 16		DATUM: duben 2018	
VYPRACOVALA: Bc. Klára Molejzčíková		ČÍSLO VÝKRESU: 18	
Kontroloval: Ing. Luděk Vejvára, Ph. D.		FORMÁT: A3	
		MĚŘÍTKO: 1:5	