



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

STAVEBNĚ-TECHNOLOGICKÉ PROCESY PŘI REALIZACI, PROVOZOVÁNÍ A ÚDRŽBĚ ENVIRONMENTÁLNĚ ŠETRNÉHO ZASTŘEŠENÍ BUDOV

CONSTRUCTION-TECHNOLOGICAL PROCESSES IN THE IMPLEMENTATION,
OPERATION AND MAINTENANCE OF ENVIRONMENTALLY ROOFING OF BUILDINGS

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

ABSTRAKT

Tato disertační práce popisuje téma a průběh doktorského studia, které je zaměřeno na stavebně-technologické procesy při realizaci, provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov. V disertační práci jsou popsány informace zjištěné při zkoumání dané problematiky, zjištěné výsledky experimentů a měření, které v rámci studia a specifických výzkumů proběhly a probíhají. Zejména se jedná o implementaci vyjímatelného segmentu do extenzivní zelené střechy, který byl zapsán jako užitný vzor a slouží ke sběru dat o hmotnosti jednotlivých skladeb na extenzivních zelených střeších v závislosti na srážkovém úhrnu a následném vysychání. Výsledkem z tohoto měření jsou grafy vyjadřující stav vlhkosti ve skladbě a závislost dalších přírodních vlivů na hmotnost kontrolního segmentu. Další částí práce bylo zhodnocení termovizních snímků kontrolních segmentů a stav extenzivních zelených střeš v zimních měsících. Další částí výzkumu v rámci disertační práce byl monitoring prací na zelené střeše a analýza přesunů hmot. V neposlední řadě proběhlo vyhodnocení dotazníků prováděné údržby zelených střeš. Výsledkem disertační práce by mělo být vyhotovení vhodného plánu údržby zelené střechy, aby došlo k dlouhodobé udržitelnosti takto realizovaných zastřešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zelená střecha, údržba, realizace, provozování, revitalizace, rekonstrukce, realizace.

ABSTRACT

This dissertation describes the topic and course of the doctoral study, which is focused on construction-technological processes in the implementation, operation and maintenance of environmentally friendly roofing of buildings. The dissertation describes the information found during the examination of the issue, the results of experiments and measurements that took place and are ongoing as part of the study and specific research. In particular, this is the implementation of a removable segment in an extensive green roof, which was registered as a utility model and is used to collect data on the weight of individual components on extensive green roofs depending on the amount of precipitation and subsequent drying. The result of this measurement are graphs expressing the state of moisture in the composition and the dependence of other natural influences on the weight of the control segment. Another part of the work was the evaluation of thermal imaging images of control segments and the state of extensive green roofs in the winter months. Another part of the research within the dissertation was the monitoring of the work on the green roof and the analysis of mass movements. Last but not least, there was an evaluation of the questionnaires on the maintenance of green roofs. The result of the dissertation should be the creation of a suitable green roof maintenance plan, in order to ensure the long-term sustainability of the roofs implemented in this way.

KEYWORDS

Green roof, maintenance, implementation, operation, revitalization, reconstruction, implementation.

BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE

JÍLEK, Jan. Stavebně-technologické procesy při realizaci, provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov. Brno, 2024. 99 stran, celkem 138 stran. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb. Vedoucí práce Ing. Martin Mohapl, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6.5.2024

.....

podpis autora

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 6. 5. 2024

titul jméno a příjmení studenta

PODĚKOVÁNÍ

Úvodem práce bych rád poděkoval všem, kteří mě na mé studijní cestě podporovali jakýmkoli způsobem. První velké díky patří mému vedoucímu práce Ing. Martinu Mohaplovi, Ph.D., který mi poskytl cenné rady a poznatky a měl se mnou pevné nervy. Cenné rady, za které bych velmi rád také poděkoval, mi při opakovaném progresivním meetingu poskytl i prof. Ing. Ondřej Šíkula, Ph.D. a Ing. et Ing. Barbora Nečasová Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat celému ústavu Technologie a řízení staveb v čele s doc. Ing. Vítem Motyčkou, CSc. Velké díky patří také mým spolupracovníkům Ing. Ondřeji Porwiszovi, Ing. arch. Dagmar Sukopové, Ing. et Ing. Aleši Průchovi a dalším. Velké díky patří také kolegovi, budoucímu inženýrovi Pavlu Komendovi za pomoc při sběru dat, které byly podkladem ke zpracování disertační práce. Díky také patří kolegům z technické univerzity v Košicích, konkrétně Ing. Ivaně Halászové a Ing. Pavolu Knutovi za možnost spolupodílet se na vědeckém projektu remodulární stavební jednotky v prostoru Technické univerzity v Košicích.

Pro mě snad největší podporou byla podpora mých milovaných rodičů a mých sourozenců Mgr. Bc. Milušky Jílkové a Ing. Stanislava Jílka. Poděkování patří také osobám, které se mnou absolvovali strnitou cestu doktorským studiem a bez nichž bych nestál tam, kde stojím nyní. Jejich lekce byly inspirativní. Dále bych rád také poděkoval svým spolužákům z jiných oborů, jmenovitě Ing. Danielu Skřekovi a také celé studentské komoře akademického senátu.

Velké díky náleží také celému vedení fakulty v čele s panem děkanem a všemi proděkany, jejichž vřelý přístup byl pro mě inspirací a notnou dávkou motivace zdárně absolvovat 11 let studia na této skvostné fakultě.

V neposlední řadě bych také rád poděkoval městu Brnu za zážitky, které si sebou ponesu jistě celý život a budou pro mě zásobárnou skvělých myšlenek po zbytek mého života.

Věřím, že nabyté vědomosti budu v praxi aplikovat a zasloužím se tak o dobré jméno fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.

Obsah

| | |
|---|----|
| Obsah..... | 7 |
| 1 ÚVOD | 11 |
| 2 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU | 13 |
| 2.1 TYPY ZELENÝCH STŘECH | 13 |
| 2.1.1 EXTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY..... | 13 |
| 2.1.2 SEMIINTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY | 14 |
| 2.1.3 INTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY | 14 |
| 2.2 VRSTVY ZELENÝCH STŘECH..... | 15 |
| 2.2.1 NOSNÁ KONSTRUKCE STŘECHY | 15 |
| 2.2.2 HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA..... | 15 |
| 2.2.3 SEPARAČNÍ VRSTVA – hydroizolace/tepelná izolace..... | 16 |
| 2.2.4 TEPELNÁ IZOLACE | 16 |
| 2.2.5 SEPARAČNÍ VRSTVA – hydroizolace/hydroakumulace/drenážní vrstva..... | 17 |
| 2.2.6 HYDROAKUMULAČNÍ A DRENÁŽNÍ ROHOŽ | 18 |
| 2.2.7 FILTRAČNÍ VRSTVY | 19 |
| 2.2.8 SUBSTRÁTOVÁ VRSTVA..... | 19 |
| 2.2.9 VEGETAČNÍ VRSTVA | 20 |
| 2.3 VÝHODY ZELENÝCH STŘECH | 21 |
| 2.3.1 VLIV ZELENÝCH STŘECH NA TEPELNÉ OSTROVY MĚSTA | 23 |
| 2.4 NEVÝHODY ZELENÝCH STŘECH | 25 |
| 3 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ | 27 |
| 4 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE | 30 |
| 4.1 HLAVNÍ CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE..... | 30 |
| 4.2 DÍLČÍ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE | 30 |
| 4.3 VĚDECKÝ PŘÍNOS | 30 |
| 4.4 PŘÍNOS PRO STAVEBNÍ PRAXI | 30 |
| 5 POPIS ANALYZOVANÝCH ZELENÝCH STŘECH | 32 |
| 5.1 EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA MŠ KOMÍN | 32 |
| 5.2 EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA BRATISLAVSKÁ | 33 |
| 5.3 ZELENÁ STŘECHA OBJEKTU REDHAT | 34 |
| 5.4 ZKUŠEBNÍ MODEL AdMAS..... | 35 |
| 6 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ..... | 38 |
| 6.1 REŠERŠE LITERATURY A STÁVAJÍCÍHO POZNÁNÍ..... | 38 |
| 6.2 MĚŘENÍ HMOTNOSTÍ SKLADBY ZELENÉ STŘECHY | 38 |
| 6.3 TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ..... | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.4 | POZOROVÁNÍ PRŮBĚHU PRACÍ PŘI REALIZACI | 38 |
| 6.5 | EXPERIMENT ODTOKŮ ZE ZELENÝCH STŘECH..... | 38 |
| 6.6 | ANALÝZA DAT STAVEBNÍCH DENÍKŮ | 38 |
| 6.7 | DOTAZNÍK ÚDRŽBY ZELENÝCH STŘECH SVÉPOMOCÍ..... | 38 |
| 7 | DOSAŽENÉ VÝSLEDKY | 40 |
| 7.1 | ANALYZOVANÁ LITERATURA | 40 |
| 7.2 | MĚŘENÍ HMOTNOSTÍ SKLADBY ZELENÉ STŘECHY | 41 |
| 7.2.1 | Vstupní hypotézy..... | 42 |
| 7.2.2 | Kontrolní segment | 42 |
| 7.2.3 | Užitný vzor | 50 |
| 7.2.4 | Implementace do praxe | 51 |
| 7.2.5 | Naměřené hodnoty hmotností | 51 |
| 7.2.6 | Ověření vstupních hypotéz..... | 51 |
| 7.2.7 | Diskuse – ověření hypotéz | 54 |
| 7.3 | TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ SKLADEB..... | 54 |
| 7.3.1 | Termovizní měření Bratislavská 22 | 55 |
| 7.3.2 | Termovizní měření MŠ Řezáčova 3 | 58 |
| 7.3.3 | Diskuse k termosnímkování zelených střech | 60 |
| 7.4 | ANALÝZA PRACOVNÍCH PROCESŮ..... | 61 |
| 7.4.1 | Zelená střecha Bratislavská 22 | 61 |
| 7.4.2 | Objekt Brno – Bohunice..... | 65 |
| 7.5 | EXPERIMENT ODTOKU ZELENÉ STŘECHY..... | 68 |
| 7.5.1 | Metodologie | 68 |
| 7.5.2 | Výsledky experimentu..... | 72 |
| 7.5.3 | Vyhodnocení experimentu | 72 |
| 7.6 | ANALÝZA DOBY A NÁROČNOSTI ÚDRŽBY | 72 |
| 7.7 | DOTAZNÍKY CENOVÉ A ČASOVÉ NÁROČNOSTI ÚDRŽBY SVÉPOMOCÍ. 79 | |
| 7.7.1 | Vyhodnocení dotazníků vlastníků..... | 80 |
| 7.7.2 | Diskuse k vyhodnocení dotazníků vlastníků..... | 86 |
| 8 | ZÁVĚR..... | 88 |
| 9 | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 90 |
| 10 | PUBLIKOVANÉ ČLÁNKY | 92 |
| 11 | PODPORA VÝZKUMU | 94 |
| 12 | SEZNAM OBRÁZKŮ | 95 |
| 13 | SEZNAM TABULEK..... | 97 |
| 14 | SEZNAM GRAFŮ..... | 98 |
| 15 | Případné přílohy | 99 |

Předmluva

V rámci disertační práce jsem se pokusil analyzovat činnosti, s nimiž se setkáváme v rámci životního cyklu environmentálně šetrného zastřešení budov. Jedná se především o činnosti související s jeho realizací a následným provozem a údržbou. V průběhu doktorského studia byla zpracována řada případových studií, dohledána relevantní literatura zabývající se související problematikou, která dala základ zpracovaným případovým studiím, jenž následně vedly k vymyšlení inovativních způsobů pro zefektivnění výše uvedených procesů. Předložená práce svými výstupy navazuje na disertační práce kolegů Ing. Martina Hejla, Ph.D. s názvem Optimalizace stavebně-technologických procesů se zaměřením na zastřešení budov a Ing. Petra Selníka, Ph.D. s názvem práce Návrh a optimalizace vybraných stavebně-technologických procesů trvale udržitelné šetrné výstavby vegetačních střech. Postupem studia byla práce zaměřena zejména na optimalizování a vhodnost procesů údržby, neboť tuzemské literatury pro tuto problematiku je velice málo. Současně s tématem údržby však byl kladen důraz i na jednotlivé další procesy, kterými jsou realizace a provoz těchto střech. Práce je zaměřena především na praktickou oblast, kde může nevhodná implementace vhodných prostředků vést k neúspěšnému závěru.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

1. ÚVOD

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISIOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

1 ÚVOD

Zelené střechy dnes představují jeden z nejinnovativnějších přístupů k úpravě zastřešení rodinných, bytových i komerčních objektů. Jedná se o řešení kombinující ekologické a estetické prvky

s pozitivními dopady na životní prostředí ve městech. Tato disertační práce se zaměřuje na problematiku vhodné údržby extenzivních zelených střech, které jsou v současné době nejrozšířenější, a zkoumá jejich vliv na životní prostředí jak z hlediska environmentálních aspektů, tak z estetického hlediska.

Zelené střechy mají potenciál snižovat negativní dopady městského životního prostředí tím, že regulují teplotu, zlepšují kvalitu ovzduší a zachycují dešťovou vodu. Tímto způsobem mohou přispívat k ochraně biodiverzity a snižování efektu "tepelného ostrova" ve městech, což má pozitivní dopad na životní prostředí i na zdraví obyvatel.

Kromě svých environmentálních výhod mají zelené střechy také estetický prospěch. Jejich přítomnost může zlepšit vzhled městského prostředí, přinést do prostoru přírodní prvky a vytvořit příjemná místa pro odpočinek a relaxaci. Proto, aby zelená střecha plnila správně estetickou i environmentální funkci, je třeba ji dostatečně a správně udržovat.

Cílem práce je poskytnout ucelený pohled na význam údržby zelených střech ve městech a přispět k lepšímu porozumění jejich potenciálu v rámci udržitelného rozvoje městského prostředí.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

2. SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

2 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

2.1 TYPY ZELENÝCH STŘECH

„Zelené střechy můžeme třídit podle:

- podle druhu vegetace
- podle sklonu
- podle přístupnosti
- podle skladby vegetačního souvrství
- podle funkce
- podle polohy a vazby na okolní terén

My však v rámci výzkumné činnosti rozdělujeme zelené střechy na tři základní typy, které se liší podle tloušťky substrátové vrstvy a podle vegetace.

2.1.1 EXTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY

Podstatou extenzivní zelené střechy je vegetace s maximální mírou autoregulace, jež je schopná udržet se v odpovídající kvalitě bez pravidelné zálivky a jen s minimální péčí člověka (obvykle 1 až 2x ročně kontrola, odstranění nežádoucí vegetace, přihnojení dle typu substrátu a vývojové fáze porostu). Výběr použitých rostlinných druhů je nutné maximálně přizpůsobit stanovištním podmínkám. Vegetaci extenzivních zelených střech tvoří rostliny s vysokou regenerační schopností schopné přizpůsobit se extrémním podmínkám stanoviště. Rostliny musí být v daných podmínkách dostatečně konkurence schopné, aby potlačovaly rozvoj nežádoucích rostlin. Porost extenzivní střechy tvoří vegetace s předvídatelným vývojem, který může zahrnovat i spontánní osídlení dalšími, při realizaci nepoužitými druhy. Mocnost vegetačního souvrství extenzivních zelených střech se obvykle pohybuje v rozmezí 60–150 mm. Pro vhodně zvolené druhy sukulentů může postačovat mocnost souvrství jen 40 mm (i méně), naopak pro stepní trávobylinné typy porostu může být použito souvrství o mocnosti až 200 mm. Extenzivní zelené střechy jsou obvykle nepochozí, tj. vstup na plochy s vegetací je dovolen poučeným osobám pouze pro kontrolu a technickou údržbu.“ [1]

Příklad extenzivní zelené střechy na obrázku č.1.



Obr. 1 - Příklad extenzivní zelené střechy [zdroj: autor, 2022]

Typy porostu

„Nejčastější typy porostů extenzivních zelených střech: mechy, rozchodníky, případně další sukulenty, trávy a byliny, případně jejich kombinace.“ [1]

2.1.2 SEMIINTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY

„Polointenzivní zelené střechy (také nazývané jednoduché intenzivní) tvoří přechodný typ mezi extenzivními a intenzivními střechami. Kromě vegetace vhodné pro extenzivní zelené střechy lze na polointenzivních zelených střechách využít i další rostlinné druhy jako trávy, trvalky, dřeviny, které mají vyšší nároky na skladbu vegetačního souvrství, zásobování vodou a živinami. Vyšší intenzita péče spočívá zejména v nutnosti závlahy v sušších obdobích roku. Ostatní pěstební zásahy výrazně nepřevyšují péči o extenzivní zelenou střechu (2x ročně kontrola, odstranění nežádoucí vegetace, přihnojení dle typu substrátu a vývojové fáze porostu, případně pokosení). Na střeše se nepočítá se spontánním osídlením dalšími, při realizaci nepoužitými druhy. Mocnost vegetačního souvrství se u polointenzivních zelených střech obvykle pohybuje v rozmezí 150 až 350 mm. V příznivých klimatických podmínkách může postačovat mocnost souvrství jen 120 mm, naopak při použití trvalek a dřevin může být použito souvrství o mocnosti až 350 mm (někdy i více).“ [1]

Příklad semiintenzivní zelené střechy na obrázku č.2.



Obr. 2 - Příklad semiintenzivní zelené střechy [3]

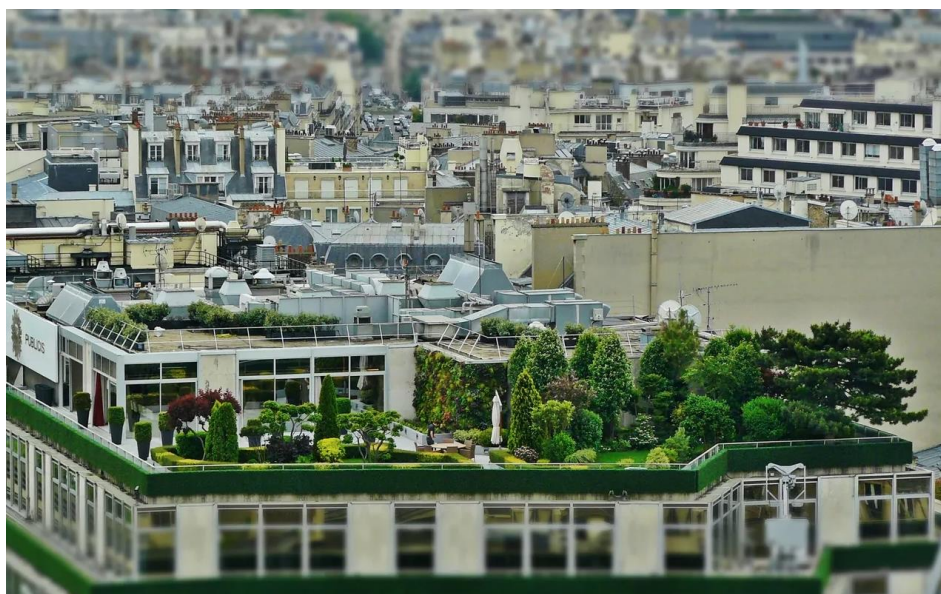
Typy porostu

„Nejčastější typy porostů polointenzivních zelených střech: trávy a byliny, trvalky, keře, případně jejich kombinace.“ [1]

2.1.3 INTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY

„Podstatou intenzivní zelené střechy je úprava podmínek pro zvolenou vegetaci včetně intenzivní pravidelné údržby (závlaha, přihnojování, kultivace a odstraňování nežádoucích rostlin, pravidelné sečení trávníku a další). Výběr rostlin se podřizuje architektonickému záměru a (zpravidla) pobytové funkci. Podmínky a péče se maximálně

přizpůsobují vegetaci, kterou tvoří rostliny s vysokou estetickou a užitnou hodnotou, výběr je omezen těmi faktory prostředí, které nelze dostupnými technickými prostředky upravit. Mocnost vegetačního souvrství intenzivních zelených střech odpovídá velikosti a nárokům použitých rostlin a obvykle je vyšší než 300 mm. Povrch vegetačního souvrství bývá často modelován a v některých částech pak může být mocnost i nižší. Intenzivní zelené střechy jsou obvykle pochozí nebo pobytové a bývají doplněné zpevněnými plochami a mobiliářem. Vyžadují samostatný zavlažovací systém.“ [1]
Příklad intenzivní zelené střechy na obrázku č.3.



Obr. 3 - Příklad intenzivní zelené střechy [4]

Typy porostu

„Intenzivní zelené střechy mohou zahrnovat téměř neomezenou rozmanitost výběru rostlin a designu, podobně jako zahrady na rostlém terénu. Případná omezení závisí na konkrétním objektu, lokalitě a stanovišti. Vegetaci intenzivních zelených střech tak mohou tvořit prakticky všechny typy porostů: trávnik, trvalky, keře, stromy, užitkové rostliny (zelenina, ovoce).“ [1]

2.2 VRSTVY ZELENÝCH STŘECH

V následující kapitole si blíže popíšeme jednotlivé skladby, které dělají zelenou střechu funkčním souvrstvím a zajišťují její prosperitu a provoz.

2.2.1 NOSNÁ KONSTRUKCE STŘECHY

Nosná konstrukce střechy je vždy posuzována dle návrhu zelené střechy a je nutné při vyšší hmotnosti skladby konstrukci posoudit z hlediska mezního stavu únosnosti a jiných kritických hledisek. Před samotnou realizací zelené střechy je třeba také provést vizuální kontrolu dosavadního stavu, zda není konstrukce porušená či degradovaná přírodními vlivy – zejména se jedná o dlouhodobější působení vlhkosti, na základě kterého střecha ztrácí svou původní stabilitu a pevnost.

2.2.2 HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA

„Pro použití v zelených střechách se dnes v drtivé většině případů používají hydroizolační fólie. Ať už PVC-P, TPO, EPDM, aj. Všechny hydroizolace pro zelené střechy ale musí

mít tzv. FLL atest, který zaručuje, že fólie nebude degradovat vlivem ozelenění a bude odolávat kořínkům rostlin.

I v dnešní době se používají pro hydroizolace zelených střech asfaltové pásy, ovšem v menší míře než dříve. Pro zelené střechy nelze užít pro hydroizolace zelených střech jakýkoliv pás.

V rámci předání díla je vhodné provést kontrolu těsnosti hydroizolace nebo mít pod hydroizolací kontrolní systém detekující případné místo zatékání. Při rekonstrukcích se běžně doplňuje stávající hydroizolace doplňkovou hydroizolací z PE s atestem proti prorůstání kořínků, když si nejsme jisti, zda stávající tento atest má.“ [5]

Příklad hydroizolační vrstvy na obrázku č.4.



Obr. 4 - Asfaltový pás odolný proti prorůstání kořínků [6]

2.2.3 SEPARAČNÍ VRSTVA – hydroizolace/tepelná izolace

„Běžně se používá k odseparování fólií z měkčeného PVC a tepelné izolace z pěnového polystyrenu, a to pro jejich chemickou nesnášenlivost. I pro jiné typy fólií je ale vhodné užít separační geotextílii (běžně 300 g/m²) a to například pro ochranu hydroizolace před rohy tužších tepelných izolací. U asfaltových pásů tato separace odpadá, pokud si to nevyžaduje podklad (trčící kamínky, třísky, ...) původní hydroizolace z PVC-P fólie.“ [5]

2.2.4 TEPELNÁ IZOLACE

„Výběr tepelného izolantu je velmi odvislý od zamýšlené zelené střechy. Pro extenzivní zelené střechy lze uvažovat i s minerální vlnou. Ta by měla dosahovat v hodnotě pevnosti v tlaku min. 70 kPa (např. Isover S). V případě kombinace zelené střechy a fotovoltaiky či jiných technologických zařízení je vhodné finální vrstvu navrhnout s pevností v tlaku min. 100 kPa. Pěnovým polystyrenem či PIR izolací též nelze udělat chybu ve výběru. Základ je znát zatížení, které bude generovat zelená střecha v plně nasyceném stavu a podle tohoto vybrat tepelný izolant. Obzvláště je nutné si dávat pozor na bodové zatížení

od dosedacích plošek nopů, které redukuje roznášecí plochu tohoto zatížení a mohlo by dojít k perforaci hydroizolace.“ [5]

Příklad tepelné izolace do zelené střechy na obrázku č. 5.



Obr. 5 - Příklad tepelné izolace s vysokou pevností v tlaku [7]

2.2.5 SEPARAČNÍ VRSTVA – hydroizolace/hydroakumulace/drenážní vrstva

„Mezi hydroizolací a akumulací a drenážní vrstvou musí být separační vrstva. Ta je nejčastěji tvořena geotextilií o min. plošné hmotnosti 300 g/m². Pro dotační titul Nová zelená úsporám je nezbytné použít textilii s vyšší gramáží a to min. 500 g/m². Účelem separační geotextilie je v době realizace ochránit hydroizolaci proti případnému mechanickému poškození. V rámci skladby vytváří kluznou vrstvu právě mezi hydroizolací a vrstvami nad touto vrstvou. Použití separačních vrstev se navíc datuje i do doby, kdy byly nopové fólie prováděny také z neměkčeného PVC, které samozřejmě degradovaly hydroizolace z měkčeného PVC. Dnes, při užití HDPE nopových fólií není tento požadavek aktuální. Nabízí se proto i možnost vynechání této vrstvy, kdy dojde také k rychlejšímu odtoku srážek z hydroizolace.“ [5]

Příklad separační vrstvy do zelené střechy na obrázku č.6.



Obr. 6 - Příklad separačního geotextilie [5]

2.2.6 HYDROAKUMULAČNÍ A DRENÁŽNÍ ROHOŽ

„V současné době tuto vrstvu reprezentuje jak tradiční skupina nopových folií, tak i progresivnější skupina materiálů na vláknové bázi. Nopové fólie různých profilací a výšek různými typy perforace primárně zachycují v "kalíšcích" srážkovou nebo závlahovou vodu, ale také díky prostoru mezi nopy umožňují odtékání přebytečné vody, která protekla perforacemi na horní straně vrstvy, ke vpustem. Sledovanými parametry je nejenom pevnost v tlaku a množství zadržené a odtrénované vody, ale i velikost dosedací plochy, která se navíc materiálově snáší s hydroizolací.

Druhou skupinou materiálů na vláknité bázi jsou například hydrofilní minerální vlny. Tyto materiály kombinují několik vrstev – hydroakumulační, drenážní, filtrační a vegetační. Toto unikátní spojení přináší především zjednodušení skladby, úsporu nákladů a zrychlení realizace. Tento typ materiálu je tvořen většinou vlákny z vyvřelých hornin, čímž je deklarován jeho přírodní původ a nezávadnost pro životní prostředí. Příkladem mohou být hydrofilní minerální vlny např. Isover Flora a Intense.“ [5] Příklad na Obr. 7.



Obr. 7 - Hydroakumulační vrstva zelené střechy [zdroj: autor, 2021]

2.2.7 FILTRAČNÍ VRSTVY

„Zde se běžně používá geotextilie o gramáži cca 200 g/m² a více u intenzivních střeš. Úkolem této vrstvy je zachytit jemné částice, aby nebyla odplavována ke vpusti a nezanášela se drenážní vrstva. Části substrátu mohou také ucpat otvory v hydroakumulační rohoži, proto je filtrační vrstva rovněž nutná. V případě aplikace hydrofilní vlny na nopovou fólii odpadá nutnost použití filtračních textilií.“ [5]
Příklad nopové fólie s nakaširovanou geotextilií na obrázku č.8.



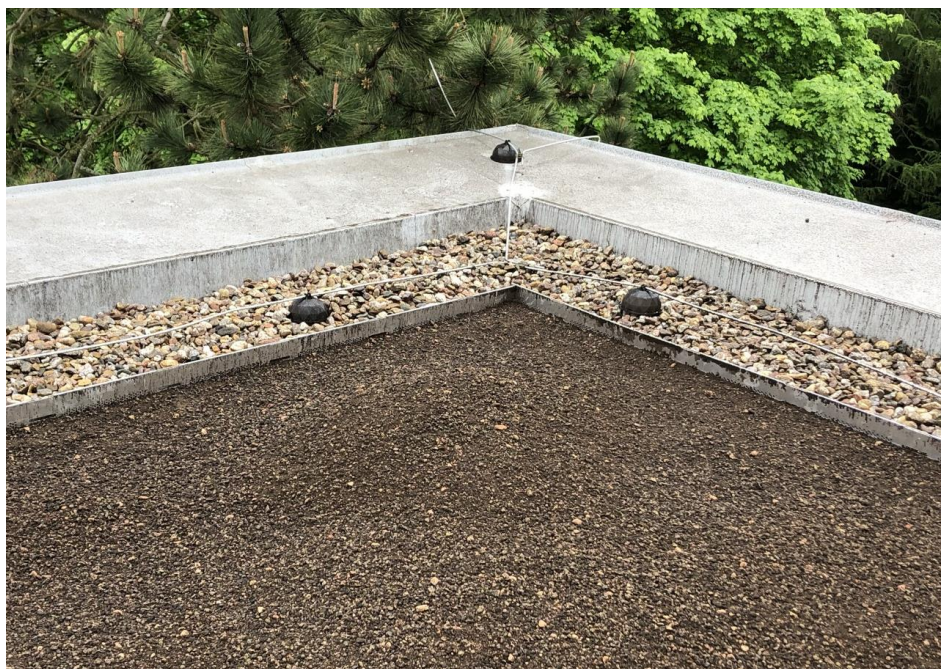
Obr. 8 - Příklad filtrační vrstvy – nopová fólie s nakaširovanou geotextilií [zdroj: autor, 2021]

2.2.8 SUBSTRÁTOVÁ VRSTVA

„Pokud pomineme samotné rostliny, jednu z vrstev skladby tvoří substrát. Pro extenzivní zelené střechy je rozumné uvažovat o výšce alespoň 80 mm, ale v praxi se setkáváme i s návrhy 60 mm a méně. Je potřeba si uvědomit, že substrát tvoří zároveň i stabilizaci střechy, protože zelené střechy se primárně provádí jako přitěžované. Zároveň čím se ubírá na množství substrátu, tím se snižuje kvalita životního prostředí pro rostliny, z důvodu omezení prokořenitelného prostoru a redukce živin. Druhý protipól může být též negativní. Více substrátu může znamenat lepší podmínky pro nepůvodní druhy, které vytlačí námi zamýšlené. Ke stabilizaci zároveň přispívá i nezbytně nutné kamenivo, kterým se po obvodě v šíři cca 300–500 mm musí opatřit každá zelená střecha stejně jako u odvodňovacích prvků. Musíme mít však na paměti, že hektarová zelená střecha opatřená obsypem kačírku po jejím obvodě a pak 99% plochy, která je pokrytá pouze 80 mm suchého a lehkého substrátu, není dobrý nápad, pokud střecha není lokalizována na místě, kde je absolutní bezvětrí. Pro intenzivní střechy se používá substrát vyšších objemových hmotností. Pro extenzivní postačují substráty lehčí, i když nalezneme výjimky. Sání větru se nemusíte obávat v případě, že budete chtít na střešní zahradě stromy a keře, kde se bude výška substrátu pohybovat od 500 mm klidně do 2 m. V takovém případě je důležité zvážit statiku objektu a stabilizaci rostlin na střeše. Musíte si uvědomit, že mokřý substrát váží mnohem více než suchý a že to je rozdíl dramatický. U statika (pokud by zapomněl zahrnout mokrou zeminu do výpočtu) by to byl rozdíl osudový.

V oblasti intenzivních zelených střech lze s elegancí využít hybridní materiály, jako je hydrofilní minerální vlna. Ta souvrství vylehčí a zároveň zvýší množství akumulovatelné vody. Materiál též prorůstají kořinky, čímž se částečně nahrazuje substrát. V intenzivních souvrstvích může pomoci zadržovat vláhu v různých výškách skladby a vést ke zlepšení dosažitelnosti a využitelnosti vláhy. Pro extenzivní zelené střechy ji lze též použít. Často se používá kombinace 50 mm hydrofilní vlny a 30 mm substrátu. Je to velmi efektivní na produktivitu realizačních prací, a především díky snížené hmotnosti je vhodným řešením i pro rekonstrukce.“ [5]

Příklad substrátu pro extenzivní zelené střechy je na obrázku č. 9.



Obr. 9 - Substrátová směs pro extenzivní zelené střechy [zdroj: autor, 2021]

2.2.9 VEGETAČNÍ VRSTVA

Vegetační vrstva se odvíjí od funkce zelené střechy a od její předchozí přípravy pro danou vegetaci. (Obr.10)

| | | Mocnost souvrství využitelná pro kořeneční rostlin v cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| | | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 18 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 | 200 | | | |
| Způsob ozelenění a formy vegetace | Extenzivní zelené střechy | Rozchodníky | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Rozchodníky - trvalky | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Rozchodníky - byliny - trávy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Trávy - byliny | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Polointenzivní zelené střechy | Trávy - byliny | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Trvalky | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Keře | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Malé a střední stromy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Intenzivní zelené střechy | Trávník | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Trvalky | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Keře | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Malé a střední stromy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Vysoké stromy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Obr. 10 - Druhy vegetace podle mocnosti substrátové vrstvy [1]

Příkladem pro extenzivní zelenou střechu jsou předpěstované rozchodníkové koberce (Obr. 11), které se přepravují na střechu v paletách ve formě narolovaných pásů vegetace.



Obr. 11 - Příklad vegetační vrstvy ve formě předpěstovaných rozchodníkových koberců [zdroj: autor, 2021]

2.3 VÝHODY ZELENÝCH STŘECH

„Zelené střechy a fasády jsou plochy zeleně s přímým vysoce pozitivním účinkem na životní prostředí a mají v mnoha případech ohromný potenciál dalšího využití jako příjemná místa pro pobyt a relaxaci, především ve městech, kde je zeleně nedostatek. Mezi významné urbanistické funkce zelených střech patří:

- *vytvoření nových ploch zeleně a venkovních obytných prostor na zastavěném pozemku*
- *zvýšení podílu zeleně v sídlech a urbanizované krajině*
- *zlepšení vzhledu měst a krajiny*
- *zlepšení obytného i pracovního prostředí.*

Pozitivní účinek zelených střech na kvalitu ovzduší se může zdát vzhledem k jejich běžným velikostem nepodstatný. Výzkumy však prokázaly opak. Zlepšení ovzduší není podmíněno úplným ozeleněním střech. Stačí vytvořit alespoň jejich síť, která pak dokáže nepříznivé vlivy okolí značně redukovat.

K hlavním environmentálním funkcím zelených střech patří:

- *zlepšení mikroklimatu ve srovnání se střechami s holou hydroizolací nebo vrstvou štěrku*
- *vyrovnávání extrémních teplot*
- *snížení intenzity vyzařování na sousední plochy*
- *zvýšení vlhkosti vzduchu*

- snížení prašnosti.

Dále přispívá ke zpomalení odtoku, zadržování dešťové vody a její vrácení do přirozeného koloběhu vody.

- zadržaná voda se odpařuje, což vede ke zlepšení mikroklimatu
- přebytečná voda odtéká do kanalizace s časovým zpožděním a utlumeně
- ve srovnání s neozeleněnými plochami snižují zelené střechy špičkové odtoky
- retenční výkon vegetačního souvrství nezávisí na vlastnostech půdy v dané lokalitě a hladině podzemních vod.

Slouží k vytvoření náhradních ploch a životního prostoru pro flóru a faunu v oblasti lidských sídel (podpora biodiverzity).

V neposlední řadě nelze opomenout ochranné působení a ekonomické funkce:

- ochrana hydroizolace před degradací v důsledku UV záření a kolísání teplot
- snížení nebezpečí mechanického poškození hydroizolace následkem vnějších vlivů
- snížení hluchosti díky nižší zvukové odrazivosti vegetačních ploch
- zlepšení tepelné ochrany v zimě a především v létě
- snížení náporu na kanalizační síť při vydatných srážkách
- zvýšení účinnosti fotovoltaických panelů v důsledku snižování extrémních teplot prostředí
- zvýšení užitné hodnoty nemovitosti.

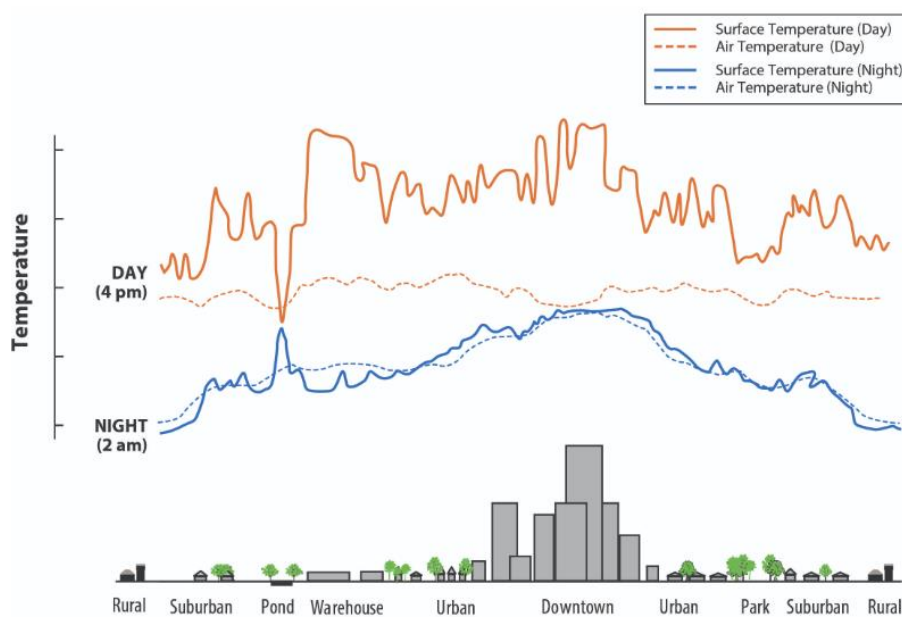
Základním cílem adaptačních opatření v urbanizované krajině je zvýšení odolnosti sídel a jejich schopnosti přizpůsobit se projevům změny klimatu, čehož lze dosáhnout jejich trvale udržitelným rozvojem při zachování potřebné kvality života obyvatel. V zájmu naplnění tohoto cíle je třeba zajistit udržitelné hospodaření s vodou (zasakování či využívání srážkových vod, úsporná opatření) a funkční propojení ploch s převažujícími přírodními složkami, tvořícími systém sídelní zeleně. Důležitou roli přitom hrají vegetační plochy a prvky, protože mohou významně ovlivňovat sídelní mikroklima a snižovat teplotu ve městech během letního období. Základním mechanismem je odpařování vody z vegetace (evapotranspirace) a vodních ploch, což snižuje teplotu okolního prostředí (odpaření jednoho litru vody představuje ekvivalent cca 0,7 kWh energie potřebné pro provoz chladicího zařízení, tedy 1 mm srážek zadržovaných na 100 m² zelené střechy odpovídá úspoře 70 kWh energie potřebné na chlazení budovy v letních vedrech). Vegetace akumuluje (zadržuje a následně vyzařuje) méně tepla než antropogenní povrchy, zachycuje nebo odráží část slunečního záření, zastíňuje povrch a tím snižuje jeho teplotu aj. Ve výsledku mohou mít vodní a vegetační plochy výrazný „klimatizační efekt“. Sídelní zeleň (stromy, travnaté plochy, parky) a vodní plochy (vodní toky, nádrže) společně se zelenými střechami a udržitelným odvodňovacím systémem nabízí potenciál k adaptaci měst na klimatické změny. Zvýšená potřeba regulace vodního režimu v sídelním prostředí je patrná již dnes a souvisí především s vysokým podílem zastavěných ploch, resp. zpevněných povrchů na celkové ploše sídel při současné změně sezónního rozložení srážek. Adaptační opatření v urbanizované krajině proto musí zmírňovat možné důsledky extrémních situací okamžitého nedostatku vody (sucha) a okamžitého nadbytku vody (přivalové deště), resp. těmito možným důsledkům předcházet.“ [1]

2.3.1 VLIV ZELENÝCH STŘECH NA TEPELNÉ OSTROVY MĚSTA

2.3.1.1 Tepelné ostrovy měst

„Struktury, jako jsou budovy, silnice a další infrastruktura, absorbují a znovu vydávají sluneční teplo více než přírodní krajiny, jako jsou lesy a vodní plochy. Městské oblasti, kde jsou tyto struktury vysoce koncentrované a zeleň je omezená, se stávají „ostrovy“ vyšších teplot ve srovnání s odlehlými oblastmi. (Obr.12) Tyto oblasti tepla se označují jako „tepelné ostrovy“. Tepelné ostrovy se mohou tvořit za různých podmínek: ve dne nebo noci, v malých nebo velkých městech, v příměstských oblastech, v severním nebo jižním klimatu a v jakémkoli ročním období.

Diagram efektu tepelného ostrova



2.3.1.2 Příčiny tepelných ostrovů

Redukovaná přírodní krajina v městských oblastech

Stromy, vegetace a vodní útvary mají tendenci ochlazovat vzduch poskytováním stínu, transpirací vody z listů rostlin a odpařováním povrchové vody. Tvrdé, suché povrchy v městských oblastech – jako jsou střechy, chodníky, silnice, budovy a parkoviště – poskytují méně stínu a vlhkosti než přírodní krajina, a proto přispívají k vyšším teplotám.

Vlastnosti městského materiálu

Konvenční materiály vyrobené člověkem používané v městském prostředí, jako jsou chodníky nebo střechy, mají tendenci odrážet méně sluneční energie a absorbovat a vyzařovat více slunečního tepla ve srovnání se stromy, vegetací a jinými přírodními povrchy. Tepelné ostrovy se často vytvářejí během dne a stávají se výraznějšími po západu slunce kvůli pomalému uvolňování tepla z městských materiálů.

Městská geometrie

Rozměry a rozestupy budov ve městě ovlivňují proudění větru a schopnost městských materiálů absorbovat a uvolňovat sluneční energii. V silně zastavěných oblastech se povrchy a konstrukce blokováné sousedními budovami stávají velkými tepelnými hmotami, které nemohou snadno uvolnit své teplo. Města s mnoha úzkými uličkami a vysokými budovami se stávají městskými kaňony, které mohou blokovat přirozené proudění větru, které by přinášelo chladivé efekty.

Teplo generované lidskou činností

Vozidla, klimatizační jednotky, budovy a průmyslová zařízení vydávají teplo do městského prostředí. Tyto zdroje člověkem generovaného nebo antropogenního odpadního tepla mohou přispívat k efektům tepelného ostrova.

Počasí a geografie

Klidné a jasné povětrnostní podmínky vedou k horším tepelným ostrovům tím, že se maximalizuje množství sluneční energie dopadající na městské povrchy a minimalizuje se množství tepla, které může být odvedeno pryč. Naopak silný vítr a oblačnost tvorbu tepelných ostrovů potlačují. Efekt tepelného ostrova mohou ovlivnit také geografické rysy. Blízké hory mohou například bránit větru v dosažení města nebo vytvářet vzory větru, které procházejí městem.

2.3.1.3 Řešení tepelných ostrovů města

Zelené střechy

Pěstování vegetativní vrstvy (rostliny, keře, trávy a/nebo stromy) na střeše snižuje teplotu povrchu střechy a okolního vzduchu a zlepšuje hospodaření s dešťovou vodou. Zelené střechy, nazývané také „střešní zahrady“ nebo „eko-střechy“, dosahují těchto výhod tím, že poskytují stín a odvádějí teplo ze vzduchu prostřednictvím evapotranspirace.

Stromy a vegetace

Zvyšující se výskyt stromů a vegetace snižuje povrchové teploty a teploty vzduchu tím, že poskytuje stín a ochlazování prostřednictvím evapotranspirace. Stromy a vegetace mohou také snížit odtok dešťové vody a chránit před erozí.

Chladné střechy

Instalace chladné střechy – střechy vyrobené z materiálů nebo nátěrů, které výrazně odrážejí sluneční světlo a teplo od budovy – snižuje teplotu střechy, zvyšuje pohodlí obyvatel a snižuje spotřebu energie.

Chladné chodníky

Používání dlažebních materiálů na chodnicích, parkovištích a ulicích, které zůstávají chladnější než běžné chodníky (odrážející více sluneční energie a zvyšující odpařování vody) nejen ochlazuje povrch chodníku a okolní vzduch, ale může také snížit odtok dešťové vody a zlepšit noční viditelnost.

Smart Growth

Tyto postupy pokrývají řadu rozvojových a konzervačních strategií, které pomáhají chránit přírodní prostředí a zároveň činí naše komunity atraktivnějšími, ekonomicky silnějšími a obyvatelnějšími.“ [8]

2.4 NEVÝHODY ZELENÝCH STŘECH

„Stejně jako výhody má implementace zelených střech také své nevýhody, patří mezi ně zejména tyto:

- *její založení oproti klasické střeše je složitější a instalace nákladnější*
- *zatížení konstrukce zelené střechy je vyšší*
- *je potřeba jí věnovat častější údržbu např.: čištění svodů vody apod.*
- *nutné jsou pravidelné prohlídky spojené s odstraňováním nežádoucích rostlin*
- *pokud nebude provedena odborně, může dojít k poškození domu prorůstajícími kořeny rostlin s následnými nákladnými opravami*

Zelená střecha sice šetří finance za vytápění a chlazení, ale na druhou stranu může její instalace přijít až na dvojnásobek nákladů na rozdíl od běžné střechy.“ [9]

Evidentní pozitivní vliv zelených střech je samozřejmě také podmíněn jejich správnou údržbou. Většina dodavatelů zelených střech je zrealizuje, ale následnou údržbu si investor již provádí buď svépomocí, s profesionální výpomocí nebo vůbec (do doby, než se na střeše vyskytne vada nebo porucha).

Na základě několika jednání s realizačními firmami byl zjištěn fakt, že jen pouhý nepatrný vzorek stavebníků si od firmy nechává provádět pozáruční údržbu. Na základě tohoto zjištění byl proveden výzkum v oblasti frekvence, vhodnosti a správnosti údržby zelených střech.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

3. SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

3 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Údržba zelených střech je klíčem pro udržení dlouhodobé prosperity těchto ekologicky prospěšných skladeb. Tato údržba zahrnuje řadu činností, které mají za cíl udržet střechu v optimálním stavu, aby byla schopna plnit své funkce, jako je zlepšení izolačních vlastností, zadržování dešťové vody a podpora biodiverzity.

Pravidelná údržba zelených střech je nezbytná pro odstranění nečistot a případné vegetace, která by mohla ohrozit stabilitu a funkčnost střechy. Do běžných úkolů údržby náleží odstraňování nežádoucích rostlin, zajištění správného odvodnění a kontroly pro odhalení případného poškození jednotlivých povrchů nebo jiných materiálů.

Dalším důležitým aspektem údržby je monitorování stavu vegetace na střeše. Pravidelné kontroly pomáhají identifikovat případné problémy jako jsou nedostatek vody, přemnožení škůdců nebo nemoci rostlin. Včasná detekce a řešení těchto problémů může zabránit jejich rozšíření a zachovat zdravý stav zelené střechy.

Kromě toho je důležité pravidelně kontrolovat stav odvodňovacího systému. Zanesení odvodňovacích kanálů nebo jiné problémy s odvodněním mohou vést k hromadění vody na střeše, což může způsobit poškození střešní konstrukce nebo zhoršit stav rostlin. Pravidelná inspekce a údržba odvodňovacího systému pomáhá zabránit těmto problémům.

Prodloužení životnosti zelené střechy je dalším důležitým cílem údržby. Pravidelná údržba a preventivní opatření mohou pomoci minimalizovat opotřebení a zvýšit odolnost střechy vůči nepříznivým podmínkám, jako jsou extrémní teploty nebo povětrnostní podmínky. To může znamenat pravidelnou úpravu vrstev substrátu, doplnění nebo výměnu rostlin a kontrolu těsnosti konstrukce.

Důležitým aspektem údržby zelených střech je také podpora biodiverzity. Zelené střechy mohou sloužit jako životní prostředí pro různé druhy rostlin a živočichů, což přispívá k ochraně místní fauny a flóry. Pravidelná údržba zahrnuje opatření k podpoře této biodiverzity, jako je vysazování místně původních druhů rostlin a vytváření vhodných podmínek pro život drobných živočichů.

V neposlední řadě je důležité věnovat pozornost estetickým a rekreačním aspektům zelených střech. Pravidelná údržba může zahrnovat úpravy vzhledu střechy, jako je stříhání rostlin nebo úprava vrstev substrátu tak, aby se zajistil esteticky příjemný vzhled. Tím se zútulňuje prostředí pro uživatele střechy a celkově pak přispívá i k lepšímu vnímání a přijetí těchto konstrukcí ve městech.

Celkově lze říci, že údržba zelených střech je klíčovým faktorem pro zajištění jejich dlouhodobého úspěchu a udržitelnosti. Pravidelná péče o vegetaci, odvodňovací systém a další prvky střechy je nezbytná pro zachování funkčnosti, estetiky a biodiverzity těchto infrastruktur v městském prostředí.

Co se však týká frekvence a přesnosti údržby, zde je situace poněkud nejednoznačná. Mnohá periodika, časopisy a studie uvádějí údržbu na základě složitosti zelených střech na 2-4 kontroly ročně a přesně neurčují, kdy by tato údržba měla proběhnout. Z toho

důvodu se snažím vystihnout správné načasování údržby, aby údržba byla co nejefektivnější a měla co možná nejvíce pozitivní vliv na finální prosperitu zelené střechy.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

4 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

4.1 HLAVNÍ CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je sestavení vhodného plánu údržby pro zelenou střechu.

Ke stanovení takového plánu mi budou sloužit naměřené hodnoty hmotností skladby zelené střechy, hodnoty naměřených denních srážek a teplot po dobu jednoho kalendářního roku. Dále pak analýza vegetačního souvrství a stav skladby během roku.

Plán údržby zpracovaný formou technologického předpisu je přílohou disertační práce.

4.2 DÍLČÍ CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Dílčími cíli disertační práce jsou zejména zkoumání chování skladby zelené střechy v průběhu roku, detailně bude popsáno narušení/nenarušení tepelně izolačních vlastností od kontrolního segmentu v zimních měsících. Dále zkoumání technologických procesů při realizaci zelených střech, tvorba časových plánů při revitalizaci zelené střechy. Následně bude vyhotoven dotazník údržby pro investory, kteří provádějí údržbu svépomocí.

4.3 VĚDECKÝ PŘÍNOS

Disertační práce si klade za cíl stanovit závislost, která bude určena na základě analýzy měřených hodnot po dobu jednoho roku. Jedná se zejména o závislosti množství srážek, teplot, rychlosti větru a vlhkosti na hmotnost skladby zelené střechy, která je měřena pomocí kontrolního segmentu. Bude provedeno zhodnocení dotazníků údržby a na základě těchto dat bude připraven vhodný plán údržby.

4.4 PŘÍNOS PRO STAVEBNÍ PRAXI

Cílem sloužícím k obohacení stavební praxe je vytvoření vhodného plánu údržby jak pro realizační firmy, tak pro soukromé investory, kteří si provádí údržbu zelené střechy svépomocí. Zájem o takovýto plán projevila již firma zaměřující se na realizaci zelených střech v Brně. Dalším přínosem pro stavební praxi je také implementace kontrolního segmentu, který byl při studiu vynalezen a zapsán na Úřad pro průmyslové vlastnictví.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

5. POPIS ANALYZOVANÝCH ZELENÝCH STŘECH

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

5 POPIS ANALYZOVANÝCH ZELENÝCH STŘECH

5.1 EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA MŠ KOMÍN

První ze zkoumaných extenzivních zelených střech se nachází na Mateřské škole Řezáčova 3 v Brně-Komín.

Střecha byla realizována brněnskou realizační firmou a jako dozor zde byl ustanoven Ing. Martin Mohapl, Ph.D., který absolvoval pravidelné kontroly. V rámci těchto kontrol byl analyzován časový průběh jednotlivých pracovních procesů.

Jedná se o střechu, která byla realizována v květnu roku 2021. Nejdříve proběhla kontrola provedení povlakové izolace a byla provedena oprava rizikových míst, na kterých byla hydroizolace porušena odpadávajícími kusy přilehlé atiky. (Obr.13)



Obr. 13 - Rizikové body po opravě hydroizolace [zdroj: autor, 2021]

Po komplexní kontrole funkčnosti a provedení defektoskopických zkoušek byla střecha opatřena níže uvedenou skladbou (Tab.1) extenzivní zelené střechy.

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] | MJ | Celkem |
|---|---|---------------|----------------|--------|
| 1 | Rozchodníkový koberec pěstovaný na kokosovém nosiči | 30 | m ² | 530,2 |
| 2 | Extenzivní substrát pro suchomilné rostliny | 35 | m ³ | 21,3 |
| 3 | Vrstva z hydrofilní minerální vlny | 50 | m ² | 568,6 |
| 4 | Drenážní vrstva s nopovou folií (HIPS), s nakaširovanou geotextilií (PP) a vrstvou (PE) | 16 | m ² | 629,3 |
| 5 | Geotextilie z netkané textilie 500 g/m ² | 5 | m ² | 798,0 |
| 6 | Fólie proti prorůstání kořínků (LDPE) | 0,5 | m ² | 808,0 |
| 7 | Kačírek fr. 16/32 mm | 80 | m ³ | 7,79 |

Tab. 1 - Skladba extenzivní zelené střechy MŠ Řezáčova 3[1]

Práce na extenzivní zelené střechě na mateřské škole probíhala ve dnech 3. - 7. 5. 2021 s technologickou přestávkou a následovala pokládka zelených rozchodníkových koberců v termínu 17. - 19. 5. 2021. Práce pracovní četě o 6 lidech trvala dohromady 265 h. Při práci vypomáhal četě také automobilový jeřáb, který přemísťoval palety s materiálem na střešní konstrukci. Jemu práce trvala 5 h. Finální vzhled na Obr. 14.



Obr. 14 - Dokončená extenzivní zelená střecha MŠ Řezáčova 3 [zdroj: autor, 2021]

5.2 EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA BRATISLAVSKÁ

Druhou zkoumanou extenzivní zelenou střechou je střecha na polyfunkčním objektu na adrese Bratislavská 22. Zde probíhala taktéž rekonstrukce střechy, ovšem v tomto případě docházelo pouze k revitalizaci a doplnění skladeb zelené střechy. Při práci byl prováděn časoběrný záznam a následně byla vyhotoven časový plán prací.

Původní stav střechy neodpovídal standardům zelené střechy, neboť vrstvy substrátu se pohybovaly od 3 do 6 cm a nebylo tedy možné, aby vegetace tyto podmínky přežila. Původní stav vyobrazen na obrázku č. 15.



Obr. 15 - Původní stav extenzivní zelené střechy objektu Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2022]

V případě této střechy bylo zajímavé pozorovat stav vegetace při nedostatečné tloušťce substrátové vrstvy. Vegetace se zde vyskytovala zejména v prostorech střešních vpustí a okolo prostupů konstrukcí. Tento fakt byl zřejmě způsoben výskytem vlhkosti od odtékající vody či srážením vlhkosti na prostupech ventilace.

V níže uvedené tabulce (Tab. 2) lze vidět skladbu původní zelené střechy a důsledek neslučitelnosti přežití vegetace na takovéto skladbě.

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] |
|---|---|---------------|
| 1 | Vegetační vrstva – rozchodníky, trvalky | - |
| 2 | Extenzivní substrát pro suchomilné rostliny | 30-60 |
| 3 | Geotextilie z netkané textilie 500 g/m ² | 2x4 |
| 4 | Hlavní hydroizolační vrstva | 4 |
| 5 | Nosná konstrukce střechy | - |

Tab. 2 - Původní skladba zelené střechy objektu Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2022]

Dalším nesporným důvodem nefunkčnosti zelené střechy je absence hydroakumulační vrstvy, která je nedílnou součástí funkční skladby a která zajišťuje dostatečnou akumulaci vláhy pro přežití vegetace.

Pro optimalizaci zelené střechy bylo potřeba na zelenou střechu instalovat hydroakumulační vrstvu, funkční geotextílii, doplnit substrát na vhodnou tloušťku a instalovat nové rozchodníkové koberce. Výsledkem bylo dosažení estetičnosti a funkčnosti zelené střechy. (Obr. 16)



Obr. 16 - Výsledek revitalizace zelené střechy objektu Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2022]

5.3 ZELENÁ STŘECHA OBJEKTU REDHAT

Poslední zelenou extenzivní střechou, která je využívána k veřejným zájmům, byla střecha na objektu společnosti Red Hat. Tato střecha byla narozdíl od dvou dříve uvedených specifická svou skladbou, kdy vegetační vrstva zde byla tvořena pouze vegetačními řízkami, nikoli vrstvou vegetačního rozchodníkového pásu. (Obr. 17)

V tomto případě nebyla měřena žádná pracovní ani finanční vytiženost, ale byl pouze kontrolován stav střechy a její údržba.



Obr. 17 - Extenzivní zelená střecha budovy Red Hat [zdroj: autor, 2022]

5.4 ZKUŠEBNÍ MODEL AdMAS

Posledním zkušebním modelem byl model souvrství extenzivní zelené střechy, který byl realizován týmem vedeným Ing. Martinem Mohaplem, Ph.D., ve výzkumném centru Vysokého učení technického v Brně – AdMAS. (Obr. 18) Tento model sloužil k vyhotovení experimentů s odtokovými charakteristikami a také k analýze růstu vegetace na extenzivní zelené střеше.



Obr. 18 - Zkušební model extenzivní zelené střechy na AdMAS [zdroj: autor, 2022]

Další zelené střechy nebyly součástí podrobnější analýzy, proto nejsou uvedeny v soupisu zkoumaných střech. Jedná se zejména o zelenou střechu v Brně-Bohunicích, zelenou střechu RD v Nemili, extenzivní zelenou střechu autobusového nádraží v Šumperku aj. V případě zelené střechy v rodinného domu se jednalo o zanedbání údržby zelené střechy s následnou nákladnou opravou. Na střеше nebyla prováděna údržba 20 let, po kterých došlo k poruše střechy nahromaděním plevelu a ucpáním střešních vpustí. To jen

potvrzuje fakt, jak je pravidelná údržba zelených střech důležitá a jak její vhodností a včasným zásahem můžeme investorům ušetřit náklady za drahé opravy.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

6. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

6 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

6.1 REŠERŠE LITERATURY A STÁVAJÍCÍHO POZNÁNÍ

Rešerše stávajícího stavu probíhala po dobu celého studia, zejména formou průzkumu publikované literatury v odborných a vědeckých článcích, konferencích doktorského studia a průzkumem na webech Scopus a Web of Science.

6.2 MĚŘENÍ HMOTNOSTÍ SKLADBY ZELENÉ STŘECHY

Základní metodou, která byla použita při sběru dat a při následném vyvození výsledků, bylo měření hmotnosti skladby střechy na dvou zkoumaných střechách. Jednalo se o pravidelné týdenní měření v průběhu jednoho kalendářního roku. Při sběru dat se využíval speciálně připravený stativ s kontrolním segmentem, který obsahoval 0,25m² skladby zelené střechy. Zároveň s měřením hmotnosti tohoto segmentu se zaznamenával denní úhrn srážek dle měření Českého hydrometeorologického ústavu. Dalšími měřeny hodnotami byly průměrné denní teploty a průměrná rychlost větru, která by mohla ovlivňovat vysychání skladby během dne.

6.3 TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ

Druhou metodou ověření hypotéz bylo využití měření pomocí termokamery v zimních měsících. Jednalo se o měření v brzkých ranních hodinách, kdy teplota povrchů střech nebyla ovlivněna slunečními paprsky a bylo tedy možno nejlépe určit případné tepelné ztráty nebo úniky. Měření probíhalo pomocí zařízení termokamery Fluke.

6.4 POZOROVÁNÍ PRŮBĚHU PRACÍ PŘI REALIZACI

Třetí metodou, při které se zkoumaly pracovní postupy realizační firmy při realizaci extenzivního souvrství, byl záznam časosběrnou kamerou po dobu celého stavebního procesu. Následně se záznam z kamery analyzoval a vytvořila se časová křivka pracovního postupu.

6.5 EXPERIMENT ODTOKŮ ZE ZELENÝCH STŘECH

Další experimentální metodou byla zkouška odtoku ze souvrství zelené střechy s různou tloušťkou hydroakumulace a substrátové vrstvy. Zde experiment probíhal tak, že se vytvořil zkušební vzorek souvrství zelené střechy a tento vzorek se nechal kropit normovým množstvím dešťové vody a následně se měřil průběh odtoků.

6.6 ANALÝZA DAT STAVEBNÍCH DENÍKŮ

Při stanovení doby údržby zelené střechy a pro určování návrhů její optimalizace bylo třeba analyzovat záznamy stavebních deníků realizační firmy, která se zabývá záruční i pozáruční údržbou zelených střech. Na základě těchto dat bylo možné stanovit konstantu, která by nám prakticky vyjádřila závislost velikosti zelené střechy na časové a finanční náročnosti údržby zelené střechy. V praxi by to pak znamenalo, že by si stavebník mohl určit, jakou dobu a jakou částku bude muset vynaložit při údržbě své střechy. Na základě těchto hodnot bude také možné optimalizovat způsob údržby a zefektivnit její realizaci.

6.7 DOTAZNÍK ÚDRŽBY ZELENÝCH STŘECH SVÉPOMOCÍ

Jako alternativní řešení probíhal pak sběr dat na téma svépomocné údržby zelených střech stavebníků z řad široké veřejnosti. Na základě těchto dat bylo možné zjistit, jak často je prováděna údržba zelených střech na soukromých střechách a jakou časovou a finanční náročnost tato údržba pro stavebníka obnáší.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

7. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

7 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

7.1 ANALYZOVANÁ LITERATURA

Nejdříve proběhla rozsáhlá rešerše stávající literatury ve vědecké oblasti, která zahrnovala celosvětovou databázi Scopus a Web of Science. Probíhala také analýza dosavadního poznání v české literatuře. V tomto ohledu mají pro naše bádání výsledky z celosvětové databáze nejrelevantnější význam.

Nejvíce záznamů bylo nalezeno u realizačních firem. Tyto záznamy však ve většině popisovaly údržbu bezprostředně po dokončení realizace, ale v dlouhodobém měřítku již relevantnější informace neposkytovaly. Většina výsledků zahrnovala obecné charakteristiky údržby jako bylo například: odplevelení, kontrola vpustí, kontrola skladby, kontrola materiálů.

Prvním důslednějším dokumentem údržby byla brožura Vegetační střechy Greendek od společnosti DEK a.s.

Zde byla popsána péče a informace o údržbě:

Péče a údržba vegetačních střech s rozchodníkovými rohožemi a její četnost se řeší individuálně. Vychází z požadovaného stavu, formy a vývoje vegetace, okolních a povětrnostních podmínek. Údržba se zpravidla provádí jedenkrát až dvakrát ročně. Odstraňování náletových dřevin a nežádoucí vegetace se provádí, pokud možno i s kořeny a před vysemeněním. U neporostlých ploch je potřeba doplnit substrát a rostliny z balů nebo řízkováním. Vhodné období je duben až květen nebo září až říjen. Kontrolu a odstranění rostlin je nutné provádět i na ostatních plochách (kačírkové pásy, cestičky, terasy atd.). Nutná je i kontrola a čištění odvodňovacích prvků, světlíků atd. Extenzivní vegetační střecha se hnojí v závislosti na zásobě živin v substrátu a stavu rostlin. Hnojení se zpravidla doporučuje provádět dvakrát ročně. Optimální období je ke konci dubna a začátkem září. Doporučujeme používat hnojiva s postupným uvolňováním živin. Chemické odstranění plevelů se smí provádět pouze po konzultaci s odborníkem. Při používání chemických látek je potřeba ověřit jejich vliv na vegetaci, na materiály skladby (například hydroizolaci), ale i na okolí. Zavlažování extenzivních vegetačních střech není zpravidla nutné. Provádí se ale při dlouhotrvajícím suchu. Rozsah zavlažování závisí na stavu vegetace, mocnosti vegetačního souvrství a hydroakumulační vrstvy, sklonu a orientace střechy. [10]

Při analyzování dosavadního bádání v odborné literatuře byla využita databáze Scopus a Web of Science, kde se zadávala slovní spojení jako: green roof, extensive green roof, retention, maintenance a další.

Jedním z obecně nejprospěšnějších nalezených dokumentů byla německá norma FLL – Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. v edici z roku 2018. Zde se pojednávalo také o údržbě zelených střech a o tom, co by mělo probíhat při pravidelné údržbě střechy:

Údržbové služby pro rozvoj vegetace u extenzivních zelených střech se provádějí po ukončení služeb po omezenou dobu do dosažení projektivního pokrytí půdy cca 90 %. To se může prodloužit na dva roky v závislosti na postupu ekologizace a stavu rozvoje. Zejména u pěstebních substrátů pro jednoplášťové konstrukce a strmější střechy musí být na toto období zajištěn přísun živin.

Zpravidla stačí jedna až dvě kontroly za rok, aby se zjistilo, které údržbářské práce jsou nutné pro údržbu porostů (udržovací péče).

Mohou být nutné 2-4 návštěvy za rok.

Následující služby mohou být požadovány zejména pro extenzivní ekologizaci:

- přísun živin
- zavlažování strmých střech vystavených slunci
- odstranění dřevnatých sazenic a jiných nežádoucích porostů
- prořezávání
- výsev v případě větších neplodných ploch semeny nebo výhonky rozchodníků
- přesazování na větší plochy bez dostatečného pokrytí
- doplnění substrátu v případě eroze
- ochrana rostlin
- udržování technického zařízení bez vegetace
- udržování hran a bezpečnostních okrajů a dlažby bez suchého listí a přerůstající vegetace

Hnojit se mohou šterkové hrany a bezpečnostní pásy, stejně jako spáry dlažeb a desek. Nízko rostoucí rostliny, např. mech, rozchodník a polštářovité byliny a trvalky by měly být tolerovány. Nežádoucí samovolný porost, zejména u bezporostových protipožárních pásů, je nutné dle druhu, rozsahu a četnosti eliminovat pravidelnou údržbou, která musí být dohodnuta v termínech.

Při extenzivním ozelenění lze dodávku živin obvykle omezit na dočasnou dobu údržby služeb pro vývojové hnojivo. Doporučuje se aplikovat hnojivo dlouhodobě.

U struktur chudých na živiny, např. jednovrstvých a tenkovrstvých konstrukcí, může být dále nutné provádět udržovací hnojení v intervalech několika let, aby se zachoval požadovaný vzhled vegetace a kvetení. [11]

Po prozkoumání literatury nebylo dostatečně jasně zodpovězeno, kdy by měla optimální údržba probíhat a jak by strukturovaně měla vypadat. Z toho důvodu jsme přistoupili k experimentální části zkoumání a začali jsme vytvářet unifikovaný technologický postup údržby na základě níže měřených dat.

7.2 MĚŘENÍ HMOTNOSTÍ SKLADBY ZELENÉ STŘECHY

V průběhu juniorského specifického výzkumu v roce 2021 si řešitelský tým v čele s hlavním řešitelem a spoluřešiteli vytyčil za cíl vytvořit pro sběr dat hmotností skladby zelené střechy kontrolní segment, který by nedestruktivní metodou mohl pravidelně sloužit k vyjmutí části zelené střechy, ke zvážení souvrství a vrácení zpět do konstrukce, aniž by došlo k poškození jakékoli složky skladby. Po podrobné rešerši, zda daný segment již není na trhu, byly provedeny první návrhy, jak by kontrolní segment mohl vypadat.

7.2.1 Vstupní hypotézy

Do měření jsem vstupoval s řadou hypotéz, které jsem měl v plánu v průběhu roku měření vyvrátit nebo potvrdit. Jednalo se zejména o hypotézy ročního období, vlivu srážek, relativní vlhkosti, teploty a rychlosti větru na hmotnost kontrolního segmentu.

7.2.1.1 Hypotéza ročního období

Vstupní hypotéza počítala s tím, že v průběhu roku bude srážkový úhrn kolísat a největší úhrny budou v období jarních a podzimních měsíců. V závislosti na této hypotéze se počítalo s nárůstem hmotnosti ve výše uvedeném období. Také lze očekávat, že v obdobích zimy bude průměrná hmotnost kontrolního segmentu vyšší, neboť vlhkost bude ve skladbě zelené střechy ve formě sněhu či ledu déle přítomná a nebude se rychle vypařovat.

7.2.1.2 Hypotéza vlivu srážek

Poměrně zřejmá hypotéza byla řečena ve věci závislosti denního úhrnu srážek na hmotnost kontrolního segmentu. Jelikož se však měření provádělo s týdenní periodicitou, tak v případě vydatných dešťů v polovině týdenního rozmezí jsme mohli očekávat, že hmotnost segmentu po 3 dnech již nebude nabývat takových hmotností jako by zřejmě bylo naměřeno v den extrémních srážek. Nicméně však hypotéza zněla: čím vyšší úhrn srážek, tím vyšší hmotnost kontrolního segmentu a naopak.

7.2.1.3 Hypotéza relativní vlhkosti

Hypotéza vlivu relativní vlhkosti na hmotnosti kontrolních segmentů úzce souvisí s ročním obdobím, kdy v zimních měsících očekáváme vyšší relativní vlhkost, a také s hypotézou vlivu srážek. Tedy s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu roste hmotnost kontrolního segmentu.

7.2.1.4 Hypotéza teploty

Další ověřovanou hypotézou byl vliv průměrných denních teplot, kde jsme očekávali, že v případě rostoucí tendence naměřených denních hodnot bude mít hmotnost segmentů klesající trend a naopak. Teplota nám samozřejmě ovlivní v zimních měsících také stálost sněhové a ledové pokrývky, která zapříčiní stálost vyšších hodnot hmotnosti.

7.2.1.5 Hypotéza rychlosti větru

Poslední formulovanou hypotézou bylo stanovení závislosti rychlosti větru na hmotnost kontrolního segmentu. Zde se ovšem nepředpokládá nikterak vysoká závislost, jelikož obě střechy jsou umístěny tak, že rychlost větru zřejmě zásadní vliv mít nebude.

K ověření všech hypotéz bylo třeba připravit měřicí algoritmus se zajištěním dostatečně přesného měřicího způsobu, který by nám poskytl relevantní informace o průběhu hmotnosti segmentu v průběhu roku. K tomu byl navržen onen kontrolní segment a stativ, který je popsán v kapitolách níže.

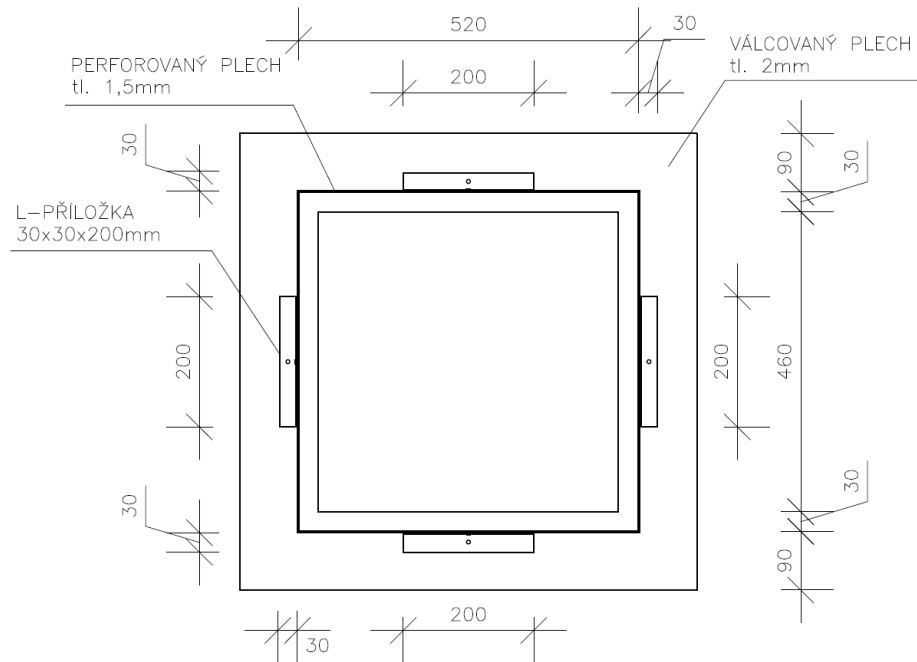
7.2.2 Kontrolní segment

Kontrolní segment je tvořen ze dvou základních částí. První částí je základna, která slouží jako matrice pro druhou část - vyjímátný segment.

Jako materiál kontrolního vyjímátného segmentu byl použit válcovaný plech s antikoročním nátěrem.

7.2.2.1 Základna segmentu

Základna segmentu je vytvořena z plného válcovaného plechu a má čtvercové rozměry 700 x 700 mm. Uprostřed tohoto plátu je vytvořen otvor o rozměrech 460 x 460 mm. Otvor je zde proveden pro zajištění bezproblémového odtoku dešťové vody a také proto, aby zde voda nezůstávala stát a nebylo znehodnoceno měření. Na základovém plátu je po obvodu v rozměrech 510 x 510 mm umístěn pás z perforovaného válcovaného plechu. Tento pás je přivařen k základně pomocí L příložek na všech 4 stranách pásu. Výška tohoto pásu je odvislá od výšky skladby zelené střechy. Pokud tedy víme, jakou skladbu na střechu bude realizační firma skládat, je možno segment operativně upravit na danou výšku skladby. Výkres pro vyhotovení je na obrázku č. 19.



Obr. 19 – Výrobní model základny kontrolního vyjímatelného segmentu [zdroj: autor, 2021]



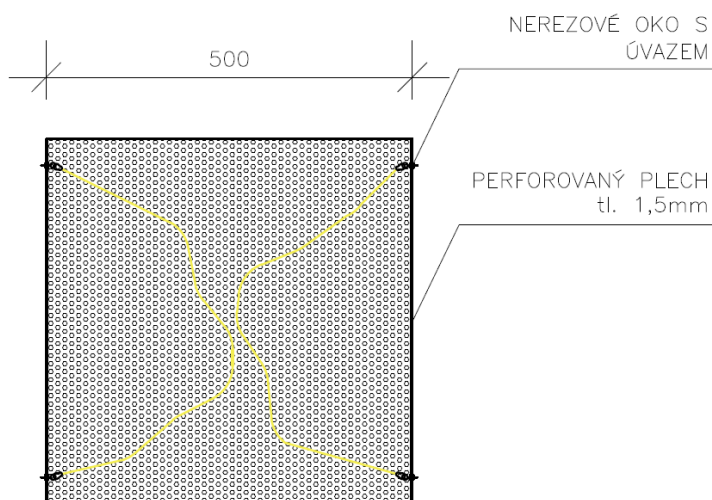
Obr. 20 - Vyrobená základna ke kontrolnímu segmentu [zdroj: autor, 2021]

Na obrázku výše (Obr. 20) vidíte prototyp první základy ke kontrolnímu segmentu.

7.2.2.2 Vyjímatelný segment

Tento segment je již vytvořen celý z perforovaného válcovaného plechu, aby bylo dosaženo co nejbližších podmínek, při kterých je skladba implementovaná ve střeše.

Rozměry tohoto segmentu jsou 500 x 500 mm. (Obr. 21) Výška tohoto segmentu je opět přizpůsobena tloušťce skladby zelené střechy. Segment je na všech 4 rozích opatřen nerezovými oky k uchycení upínacích popruhů s karabinami. Popruhy jsou po dobu segmentu ve střeše demontovány a používají se pouze při měřeních. (Obr. 22)



Obr. 21 – Výrobní model vyjímatelného segmentu [zdroj: autor, 2021]



Obr. 22 - Vyrobený prototyp vyjímatelného segmentu [zdroj: autor, 2021]

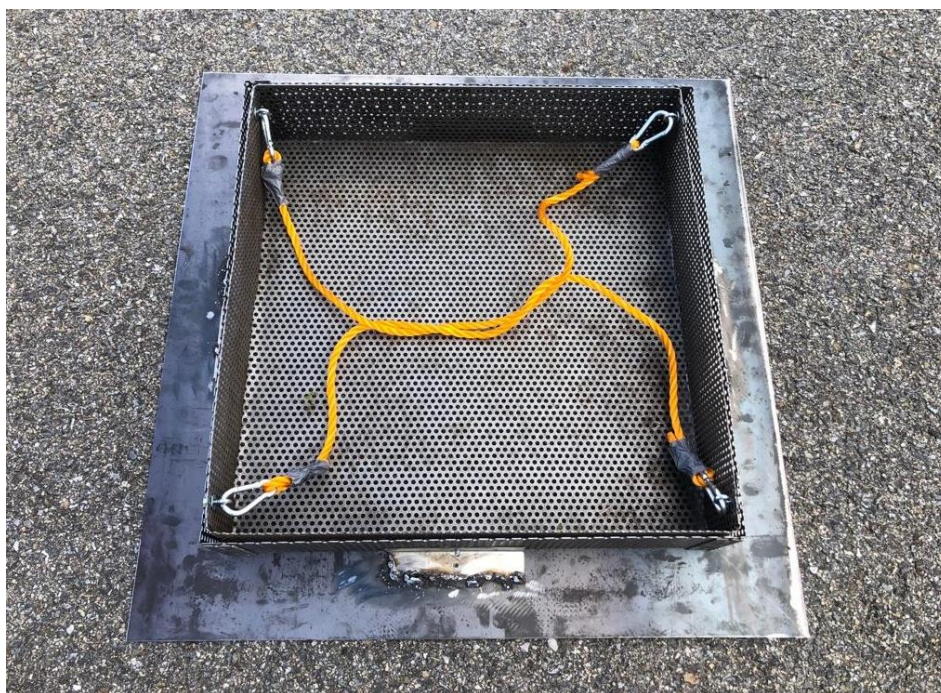
7.2.2.3 Výroba segmentu

Výroba prototypu probíhala v domácí dílně za pomoci vlastních sil. (Obr. 23) Během výroby si autor konstrukci sám navařil a naohýbal dle potřeby. Po zkreslení modelu se optimalizovaly rozměry a materiál na základě konzultace s realizační firmou, která

projevila veliký zájem o implementaci takového zařízení do realizovaných střech, a došlo k vyhotovení prvního prototypu.



Obr. 23 - Foto z průběhu výroby [zdroj: autor, 2021]



Obr. 24 - Prototyp vyjímatelného kontrolního segmentu [zdroj: autor, 2021]

Takto vyrobený první prototyp kontrolního segmentu (Obr. 24) byl nejprve implementován do zkušebního modelu zelené střechy v centru AdMAS v areálu na Purkyňově v Brně. Implementace probíhala po krocích, kdy jako první byla vyhotovena mírně šikmá plošina opatřena nataveným asfaltovým pásem. Na této plošině byl vytvořen

zkušební model střechy o rozměrech 1200 x 1200 mm. Do tohoto modelu byl uprostřed umístěn kontrolní segment, kolem kterého byla položena hydroakumulační vrstva z recyklovaných vláken. (Obr.25)



Obr. 25 - Kontrolní segment s hydroakumulační vrstvou [zdroj: autor, 2021]

Následně byla na hydroakumulaci vložena substrátová vrstva pro extenzivní zelenou střechu. (Obr. 26) Stejná skladba byla umístěna také do samotného segmentu, aby bylo dosaženo stejné skladby vně i uvnitř segmentu.



Obr. 26 - Segment implementovaný do skladby zelené střechy [zdroj: autor, 2021]

Na takto provedený model byla dodatečně instalována vegetace ve formě rozchodníkových řízků, aby bylo dosaženo reálného stavu na zelené střeše. (Obr. 27)



Obr. 27 - Kontrolní segment se zasazenou vegetací [zdroj: autor, 2021]

Po implementaci do modelu zelené střechy v centru AdMAS byl model ponechán ve skladbě po dobu 7 měsíců. Následně byl model demontován a vyjímatelný segment využit k dalšímu měření.

Po vynětí z modelu zelené střechy ve výzkumném centru AdMAS se však ukázalo, že je kontrolní segment zapotřebí lépe ochránit před korozními vlivy z okolního prostředí, neboť byla konstrukce mírně rezavá. (Obr. 28)



Obr. 28 - Detail kontrolního segmentu po 7 měsících ve skladbě [zdroj: autor, 2022]

7.2.2.4 Implementace kontrolních segmentů

Po ověření funkčnosti segmentu a opatření antikoročním nátěrem byl následně segment instalován do extenzivních zelených střech na budově MŠ Řezáčova 3 (Obr. 29), na objektu polyfunkčního domu na Bratislavské 22 (Obr. 30) a také na střeše budovy společnosti Red Hat v Králově poli v Brně. (Obr. 31)



Obr. 29 - Implementace kontrolního segmentu na MŠ Řezáčova 3 [zdroj: autor, 2022]



Obr. 30 - Implementace kontrolního segmentu na budově Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2022]



Obr. 31 - Implementace kontrolního segmentu na budově společnosti Red Hat [zdroj: autor, 2022]

Po vložení kontrolních segmentů do skladby zelené střechy bylo zahájeno měření hmotnosti jednotlivých segmentů na budově mateřské školy a polyfunkční budově Bratislavská.

7.2.2.5 Stativ na kontrolní segment

Při měření bylo následně vymyšleno zpřesnění měřicího procesu na základě dodatečného vytvoření stativu na zachycení segmentu. Tento stativ byl vyroben také z válcované oceli, ale z důvodu nepřítomnosti mezi měřeními nebyl opatřen antikoročním nátěrem. (Obr. 32) Stativ byl vytvořen tak, aby jeho skladování bylo jednoduché a složený stativ nezabíral moc místa.



Obr. 32 - Stativ na měření kontrolních segmentů [zdroj: autor, 2023]

Po doladění drobných nedostatků byl celý kontrolní segment dne uveden na úřadě pro průmyslové vlastnictví pod číslem 35850 jako užitný vzor. Viz další kapitola.

7.2.3 Užitený vzor


Na základě implementace a návrhu na vklad byl kontrolní segment přijat dne 15.3.2022 na Úřadu průmyslového vlastnictví jako užitený vzor číslo 35850 – Zařízení pro kontrolu ozeleněných střech. (Obr. 33)


Úřad průmyslového vlastnictví
zapsal podle § 11 odst. 1 zákona č. 478/1992 Sb., v platném znění, do rejstříku

UŽITNÝ VZOR

číslo
35850

na technické řešení uvedené v příloženém popisu.



V Praze dne: 15.03.2022 Za správnost: 
Jiří Voráček
oddělení rejstříků

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Obr. 33 - Úvodní list užitného vzoru – viz příloha [20]

7.2.4 Implementace do praxe

Na základě několika jednání s realizačními firmami byl ze strany firem projeven zájem o implementaci takového zařízení do realizovaných střech. Kontrola střech by pak mohla probíhat nedefektoskopicky. Případný další postup je v jednání.

7.2.5 Naměřené hodnoty hmotností

Po dobu roku 2023 byl prováděn sběr dat na výše uvedených dvou budovách. Výsledky měření byly zaznamenány v přehledné tabulce, jejíž výsek je uveden níže jako ukázka. (Obr. 34)

| Stanice Brno-Zabovřesky 1.1.2023 - 31.12.2023 | | | | | | Stanice Brno-Zidenice 1.1.2023 - 31.12.2023 | | | | | |
|---|-------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|---|-------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Denní úhrny srážek (SRA) | | | | | | Denní úhrny srážek (SRA) | | | | | |
| Střecha Komin | | | | | | Střecha Bratislavská | | | | | |
| Den | Srážky (mm) | Hmotnost koše (kg) | Rychlost větru (m/s) | Teplota vzduchu (°C) | Relativní vlhkost | Den | Srážky (mm) | Hmotnost koše (kg) | Rychlost větru (m/s) | Teplota vzduchu (°C) | Relativní vlhkost |
| 01.01.2023 | 0.00 | | 0.7 | 4.1 | 92 | 01.01.2023 | 0.00 | | 0.7 | 4.1 | 92 |
| 02.01.2023 | 0.00 | | 1.8 | 6.7 | 96 | 02.01.2023 | 0.00 | | 1.8 | 6.7 | 96 |
| 03.01.2023 | 0.00 | | 0.7 | 4.8 | 92 | 03.01.2023 | 0.10 | | 0.7 | 4.8 | 92 |
| 04.01.2023 | 0.60 | | 1.2 | 1.2 | 98 | 04.01.2023 | 0.70 | | 1.2 | 1.2 | 98 |
| 05.01.2023 | 1.40 | | 3.2 | 10.1 | 68 | 05.01.2023 | 1.40 | | 3.2 | 10.1 | 68 |
| 06.01.2023 | 0.60 | | 0.8 | 5.9 | 95 | 06.01.2023 | 0.60 | | 0.8 | 5.9 | 95 |
| 07.01.2023 | 0.10 | | 0.9 | 5.7 | 93 | 07.01.2023 | 0.00 | | 0.9 | 5.7 | 93 |
| 08.01.2023 | 0.50 | | 1.8 | 5 | 91 | 08.01.2023 | 0.60 | | 1.8 | 5 | 91 |
| 09.01.2023 | 0.80 | | 1.3 | 5.4 | 92 | 09.01.2023 | 0.50 | | 1.3 | 5.4 | 92 |
| 10.01.2023 | 0.00 | 25.42 | 1.2 | 5.8 | 74 | 10.01.2023 | 0.00 | 24.45 | 1.2 | 5.8 | 74 |
| 11.01.2023 | 1.50 | | 1 | 3.2 | 80 | 11.01.2023 | 1.50 | | 1 | 3.2 | 80 |
| 12.01.2023 | 0.60 | | 0.6 | 5.4 | 89 | 12.01.2023 | 0.50 | | 0.6 | 5.4 | 89 |
| 13.01.2023 | 0.50 | | 2 | 6.2 | 83 | 13.01.2023 | 0.90 | | 2 | 6.2 | 83 |
| 14.01.2023 | 0.60 | | 1.6 | 5.5 | 73 | 14.01.2023 | 0.40 | | 1.6 | 5.5 | 73 |
| 15.01.2023 | 7.60 | | 3.2 | 3.8 | 91 | 15.01.2023 | 8.70 | | 3.2 | 3.8 | 91 |
| 16.01.2023 | 2.60 | | 2.4 | 2.8 | 90 | 16.01.2023 | 2.00 | | 2.4 | 2.8 | 90 |
| 17.01.2023 | 4.80 | 25.74 | 2.3 | 3.3 | 83 | 17.01.2023 | 2.80 | 24.83 | 2.3 | 3.3 | 83 |
| 18.01.2023 | 0.20 | | 0.8 | 1.4 | 92 | 18.01.2023 | 0.00 | | 0.8 | 1.4 | 92 |
| 19.01.2023 | 0.00 | | 0.9 | 1 | 74 | 19.01.2023 | 0.00 | | 0.9 | 1 | 74 |
| 20.01.2023 | 1.30 | | 1.8 | -0.3 | 74 | 20.01.2023 | 1.80 | | 1.8 | -0.3 | 74 |
| 21.01.2023 | 0.00 | | 1.9 | 0.1 | 81 | 21.01.2023 | 0.60 | | 1.9 | 0.1 | 81 |
| 22.01.2023 | 3.80 | | 0.9 | 0.8 | 87 | 22.01.2023 | 2.80 | | 0.9 | 0.8 | 87 |
| 23.01.2023 | 0.00 | | 2.4 | 3.2 | 81 | 23.01.2023 | 0.00 | | 2.4 | 3.2 | 81 |
| 24.01.2023 | 0.10 | 25.68 | 2.6 | 3.1 | 80 | 24.01.2023 | 0.00 | 24.73 | 2.6 | 3.1 | 80 |
| 25.01.2023 | 0.00 | | 1.1 | 1.5 | 85 | 25.01.2023 | 0.00 | | 1.1 | 1.5 | 85 |
| 26.01.2023 | 0.00 | | 0.5 | 0.2 | 80 | 26.01.2023 | 0.00 | | 0.5 | 0.2 | 80 |
| 27.01.2023 | 0.00 | | 2.5 | -0.1 | 66 | 27.01.2023 | 0.00 | | 2.5 | -0.1 | 66 |
| 28.01.2023 | 0.00 | | 2.2 | 0.4 | 71 | 28.01.2023 | 0.00 | | 2.2 | 0.4 | 71 |
| 29.01.2023 | 0.00 | | 1.9 | -2.1 | 66 | 29.01.2023 | 0.00 | | 1.9 | -2.1 | 66 |
| 30.01.2023 | 1.70 | | 2.6 | 1.1 | 80 | 30.01.2023 | 2.30 | | 2.6 | 1.1 | 80 |
| 31.01.2023 | 1.20 | 25.79 | 3.2 | 3.1 | 73 | 31.01.2023 | 0.50 | 24.95 | 3.2 | 3.1 | 73 |
| 01.02.2023 | 7.90 | | 3.6 | 3.8 | 77 | 01.02.2023 | 6.60 | | 3.6 | 3.8 | 77 |
| 02.02.2023 | 1.00 | | 2.6 | 3 | 72 | 02.02.2023 | 1.40 | | 2.6 | 3 | 72 |
| 03.02.2023 | 5.00 | | 2 | 3.3 | 86 | 03.02.2023 | 3.00 | | 2 | 3.3 | 86 |
| 04.02.2023 | 0.00 | | 3.5 | 0.6 | 62 | 04.02.2023 | 0.00 | | 3.5 | 0.6 | 62 |
| 05.02.2023 | 0.00 | | 1 | -2.9 | 62 | 05.02.2023 | 0.00 | | 1 | -2.9 | 62 |
| 06.02.2023 | 0.00 | | 1.3 | -4.3 | 67 | 06.02.2023 | 0.00 | | 1.3 | -4.3 | 67 |
| 07.02.2023 | 0.00 | 25.87 | 2.1 | -3.9 | 69 | 07.02.2023 | 0.00 | 23.81 | 2.1 | -3.9 | 69 |
| 08.02.2023 | 0.00 | | 0.8 | -3.5 | 72 | 08.02.2023 | 0.00 | | 0.8 | -3.5 | 72 |
| 09.02.2023 | 0.00 | | 2 | -2.8 | 68 | 09.02.2023 | 0.00 | | 2 | -2.8 | 68 |
| 10.02.2023 | 0.00 | | 0.7 | -2.4 | 69 | 10.02.2023 | 0.00 | | 0.7 | -2.4 | 69 |
| 11.02.2023 | 0.20 | | 0.7 | 1.7 | 77 | 11.02.2023 | 0.10 | | 0.7 | 1.7 | 77 |
| 12.02.2023 | 0.00 | | 1.5 | 4.7 | 79 | 12.02.2023 | 0.00 | | 1.5 | 4.7 | 79 |
| 13.02.2023 | 0.00 | | 0.9 | 5.1 | 78 | 13.02.2023 | 0.00 | | 0.9 | 5.1 | 78 |
| 14.02.2023 | 0.00 | 25.74 | 1.5 | 4.4 | 68 | 14.02.2023 | 0.00 | 23.56 | 1.5 | 4.4 | 68 |

Obr. 34 - Ukázka tabulky s naměřenými daty – viz soubor příloh [zdroj: autor, 2024]

7.2.6 Ověření vstupních hypotéz

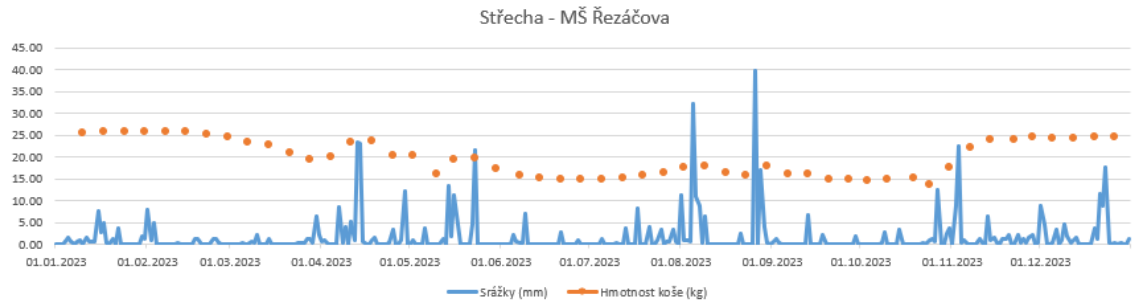
Na základě naměřených dat byla vytvořena série grafů, které ukazují jednotlivé závislosti přírodních vlivů na hmotnost kontrolního segmentu.

7.2.6.1 Hypotéza ročního období

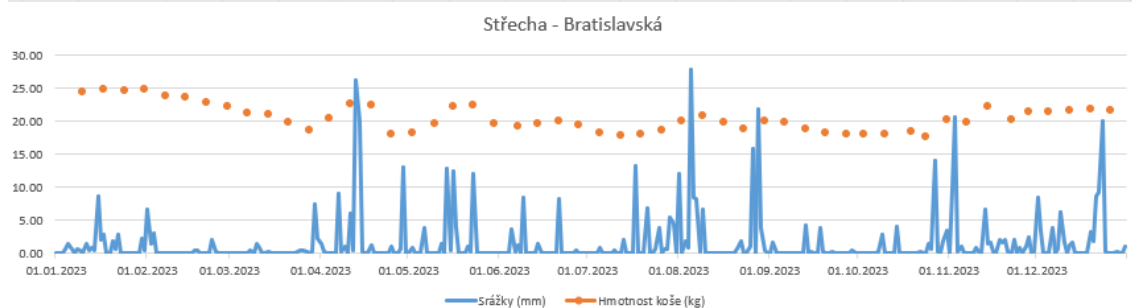
Hypotéza ročních období byla ověřena, jelikož z naměřených dat je jasně patrné, že v období pozdních podzimních, zimních i brzkých jarních měsíců byla průměrná hmotnost kontrolních segmentů výrazně vyšší než hmotnost v jarních měsících.

7.2.6.2 Hypotéza vlivu srážek

Po analýze dat z měření si na grafu můžeme všimnout klesajícího trendu hmotností v jarních měsících a rostoucího trendu v měsících podzimních. (Graf 1,2) Stejně tak lze vidět závislost nahodilých extrémních dešťů a krátkodobé hmotnosti segmentu v období měsíců letních. Naměřené hodnoty srážek byly importovány z databáze Českého hydrometeorologického ústavu.



Graf 1 - Graf závislosti srážek na hmotnost segmentu MŠ Řezáčova [zdroj: autor, 2024]



Graf 2 - Graf závislosti srážek na hmotnost segmentu Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2024]

Výsledek – množství srážek je přímo úměrné naměřeným hodnotám hmotností kontrolních segmentů. Stejně tak jako průměrně chladnější roční období způsobuje vyšší naměřené hodnoty hmotnosti, což bude přesněji ověřeno v kapitole vlivu průměrných teplot.

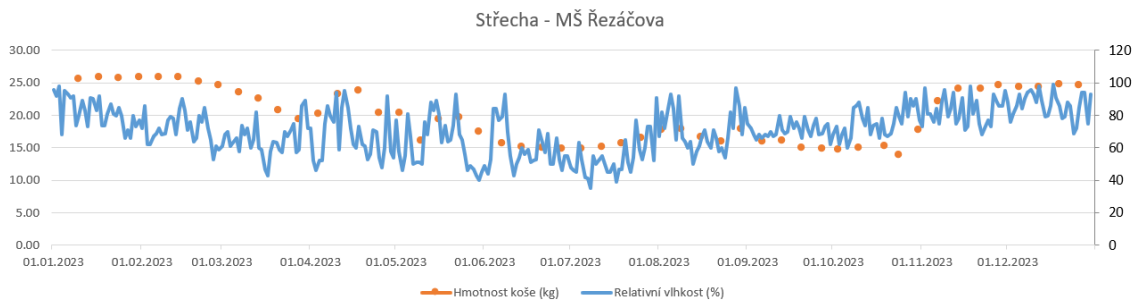
Při exaktním ověření všech hypotéz jsem využil Pearsonův korelační koeficient. Bylo třeba z denních naměřených hodnot spočítat týdenní průměry a ty pak porovnat s hodnotami týdenních měření hmotnosti segmentu. Tyto koeficienty následně vyšly v rozmezí 0-1.

V případě hypotézy vlivu srážek byl koeficient $k=0,06$ v případě MŠ Řezáčova a $k=0,12$ v případě zelené střechy na objektu Bratislavská 22.

V tomto případě, ač vidíme evidentní závislost srážek na hmotnosti koše, Pearsonův koeficient nevykazuje vysokou hodnotu. Můžeme se domnívat, že je to způsobeno množstvím měření hmotnosti, které následně nekoreluje s denními hodnotami srážek.

7.2.6.3 Hypotéza relativních vlhkostí

V případě hypotézy vlivu relativní vlhkosti na hmotnost segmentu je věc drobně nejistá. Při výpočtu korelačního koeficientu bylo třeba taktéž vytvořit týdenní průměry vlhkosti a jejich rostoucí a klesající tendenci porovnat s tendencí růstu či poklesu hmotnosti kontrolních segmentů. Byl zde použit opět Pearsonův korelační koeficient a jeho výsledek v případě relativní vlhkosti byl $k=0,52$ v případě střechy MŠ v Komině a $k=0,48$ v případě zelené střechy na objektu Bratislavská 22.



Graf 3 - Graf závislosti relativní vlhkosti na hmotnost segmentu MŠ Řezáčova [zdroj: autor, 2024]

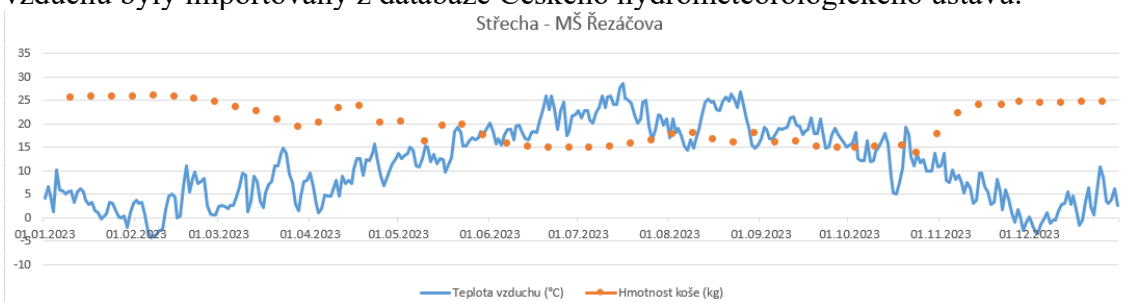


Graf 4 - Graf závislosti relativní vlhkosti na hmotnost segmentu Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2024]

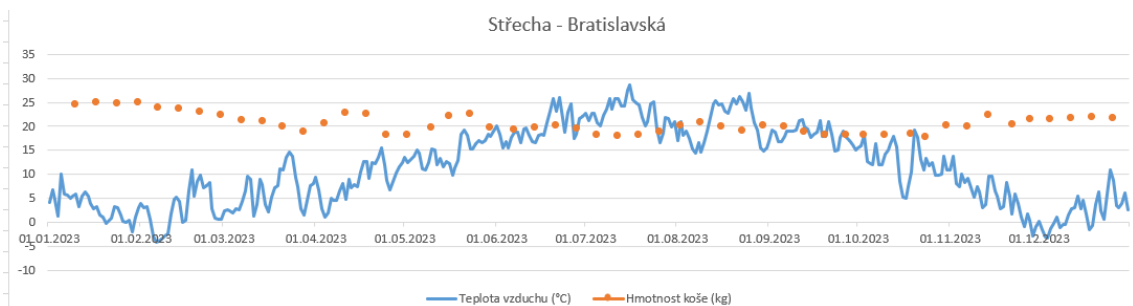
Ze zjištění korelačních koeficientů tedy můžeme vyvodit, že s klesající hodnotou relativní vlhkosti má hmotnost kontrolních segmentů klesající trend a stejně tak v případě rostoucího trendu relativní vlhkosti je trend hmotností rostoucí. (Graf 2,3)

7.2.6.4 Hypotéza vlivu teploty

U vlivu teploty na hmotnost segmentu byla situace zcela odlišná. Zde vidíme jasnou závislost průměrných teplot na hmotnost kontrolního segmentu. (Graf 5,6) V zimních měsících, kdy teploty atakují záporné teploty, se hmotnosti blížily maximálním průměrným hodnotám. Je zde tedy vidět, že sněhová či ledová pokrývka způsobuje, že vlhkost ve skladbě je zde průměrně nejvyšší. Naměřené hodnoty průměrných teplot vzduchu byly importovány z databáze Českého hydrometeorologického ústavu.



Graf 5 - Závislost průměrných denních teplot na hmotnosti segmentů Brno-Komín [zdroj: autor, 2024]



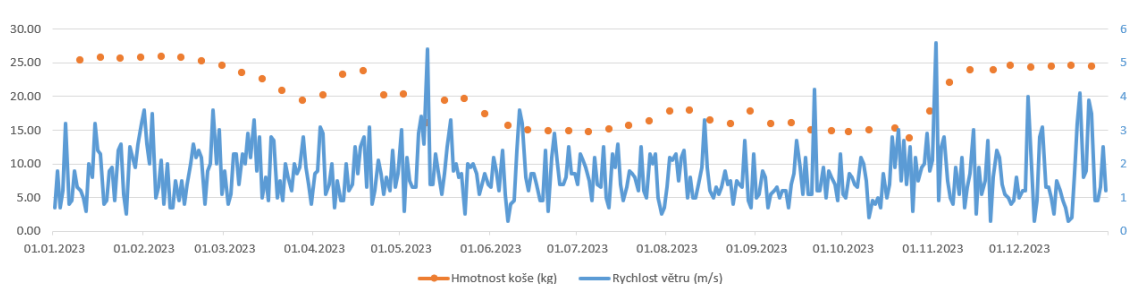
Graf 6 - Závislost průměrných denních teplot na hmotnosti segmentů Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2024]

Výsledek – teplota vzduchu je nepřímo úměrná hodnotám hmotnosti kontrolních segmentů.

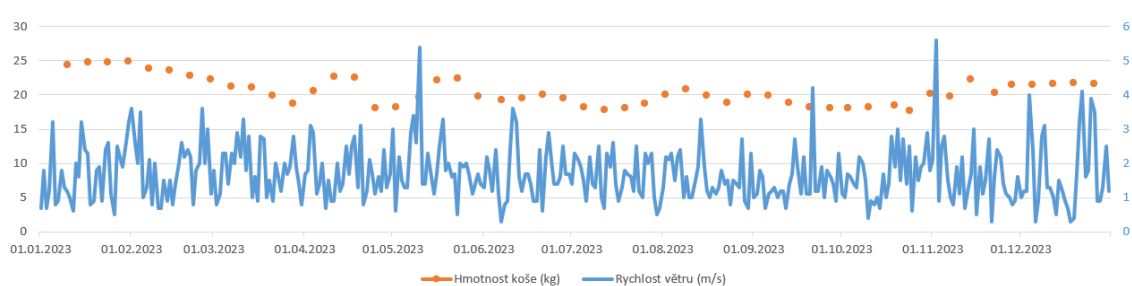
Při ověření pomocí Pearsonova korelačního koeficientu byl $k=-0,87$ v případě MŠ v Komíně a $k=-0,68$ v případě zelené střechy na Bratislavské. Z toho můžeme vyvodit, že s rostoucí teplotou se hmotnost kontrolního segmentu snižuje.

7.2.6.5 Hypotéza vlivu rychlosti větru

Vliv rychlosti větru byl dle záznamu níže (Graf 7,8) pro vývoj hmotnosti kontrolních segmentů zanedbatelný. Naměřené hodnoty průměrných denních rychlostí větru byly importovány z databáze Českého hydrometeorologického ústavu.



Graf 7- Závislost průměrné rychlosti větru na hmotnosti segmentů Brno-Komín [zdroj: autor, 2024]



Graf 8- Závislost průměrné rychlosti větru na hmotnosti segmentů Bratislavská 22 [zdroj: autor, 2024]

Při ověření vlivu větru jsem výpočtem stanovil Pearsonův korelační koeficient na $k=0,07$ v případě mateřské školy a $k=0,12$ v případě zelené střechy na Bratislavské. Z toho faktu můžeme vyvodit závěr, že žádná zásadní závislost z rychlosti větru neplyne.

7.2.7 Diskuse – ověření hypotéz

Dle výše uvedených hypotéz jsme stanovili závislosti dílčích přírodních jevů na změnu hmotnosti kontrolního segmentu v zelených střechách. Tento fakt lze do údržby či provozování zelených střech snadno a efektivně implementovat.

Na základě přírodního vlivu srážek jsem měřením dokázal, že největší hmotnostní údaj na kontrolním segmentu byl v zimních měsících, což bylo způsobeno vysokou vlhkostí a nízkými teplotami, které pak zabraňovaly odparu vody. Velkou nepravidelnost hmotnosti pak vidíme v průběhu jarních až podzimních měsíců, kde nám hmotnost kolísá na základě úhrnu srážek. To vypovídá o skutečnosti, že v této době se ve skladbě odehrávají značné změny. V jarních měsících se vegetace začíná rozrůstat, naopak v měsících podzimu vegetace odumírá. Tyto dva termíny se zdají pro údržbu zelených střech jako nejvhodnější.

7.3 TERMORIZNÍ MĚŘENÍ SKLADEB

Termovizní měření skladeb bylo realizováno v rámci pozorování stavu zelených střech v zimním období, kdy se na střechách vyskytuje nejméně kvetoucí vegetace a můžeme tedy sledovat chování skladby střechy bez vlivu vegetace. Měření opět probíhalo na dvou

extenzivních zelených střechách. Z měření vyšlo najevo, která místa na střeše propouští nejvíce tepla a také, že substrátová a vegetační vrstva v utlumeném stavu slouží jako dobrý izolační materiál a v plochách nepropouští téměř žádné proudění.

Měření se primárně zaměřovalo na prostory, kde byl umístěn kontrolní segment, neboť kovová konstrukce má znatelně nižší teplotu než okolní substrát a měla by tedy jít lehce najít. I přes tento fakt je v případě vhodné instalace segment téměř nezjistitelný. Vegetace a substrát, který segment obklopuje, funguje jako krycí vrstva a negativní vliv kovu je tím pádem potlačen.

7.3.1 Termovizní měření Bratislavská 22

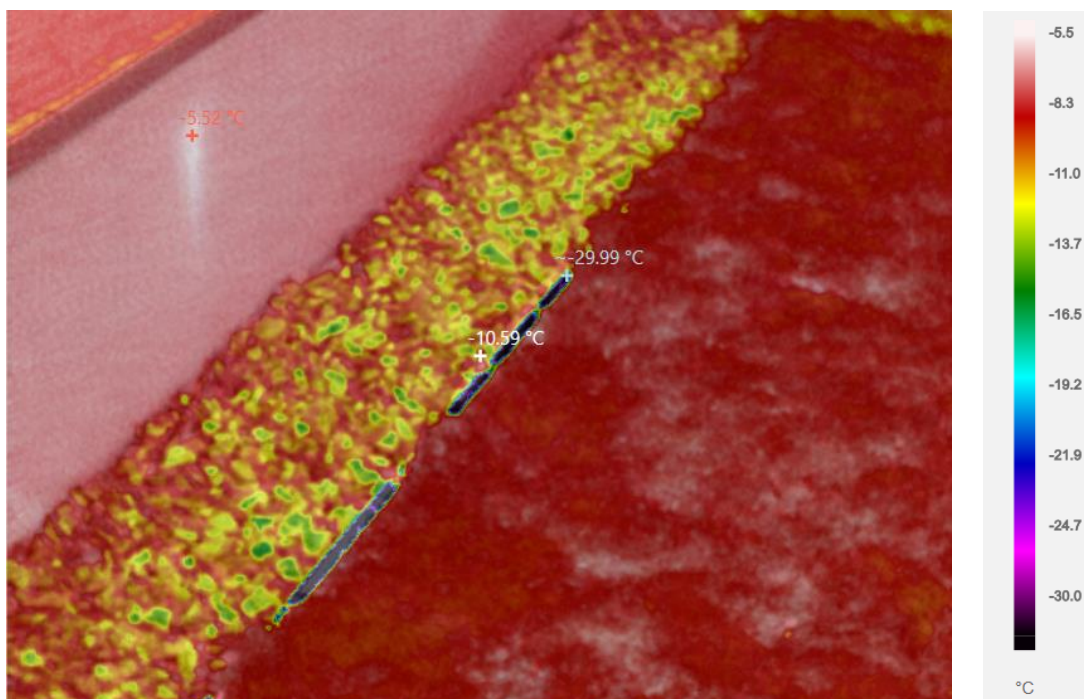
Měření na zelené střeše na polyfunkčním domě na Bratislavská probíhalo v březnu roku 2023. Podnětem ke zjištění stavu na zelené střeše byla otázka, zda má kontrolní segment na zelené střeše negativní vliv na tepelně technické vlastnosti střechy.

Mohlo by se předpokládat, že v případě přidaných kovových konstrukcí se na střeše vytvoří tepelný most, který by mohl mít negativní vliv na vlastnosti střechy.



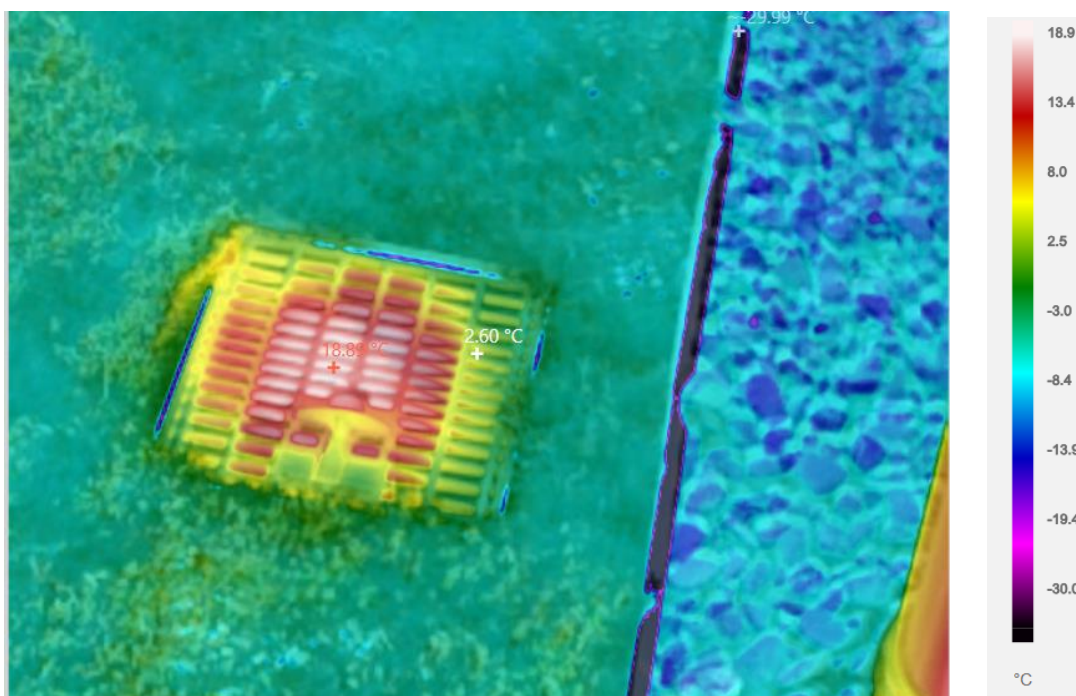
Obr. 35 - Kontrola stavu v březnu 2023 [zdroj: autor, 2023]

Na obrázku č. 35 výše můžeme vidět stav střechy již za denního svitu. Měření však probíhalo ještě před tím, než slunce vyšlo nad obzor tak, aby bylo dosaženo co nejpřesnějších výsledků. Mimo snímkování samotného kontrolního segmentu probíhalo snímkování i jiných částí střechy, abych informativně stanovil, které konstrukce vykazují největší teplotní rozdíly a jak zelená střecha vypadá v zimním období optikou termokamery.



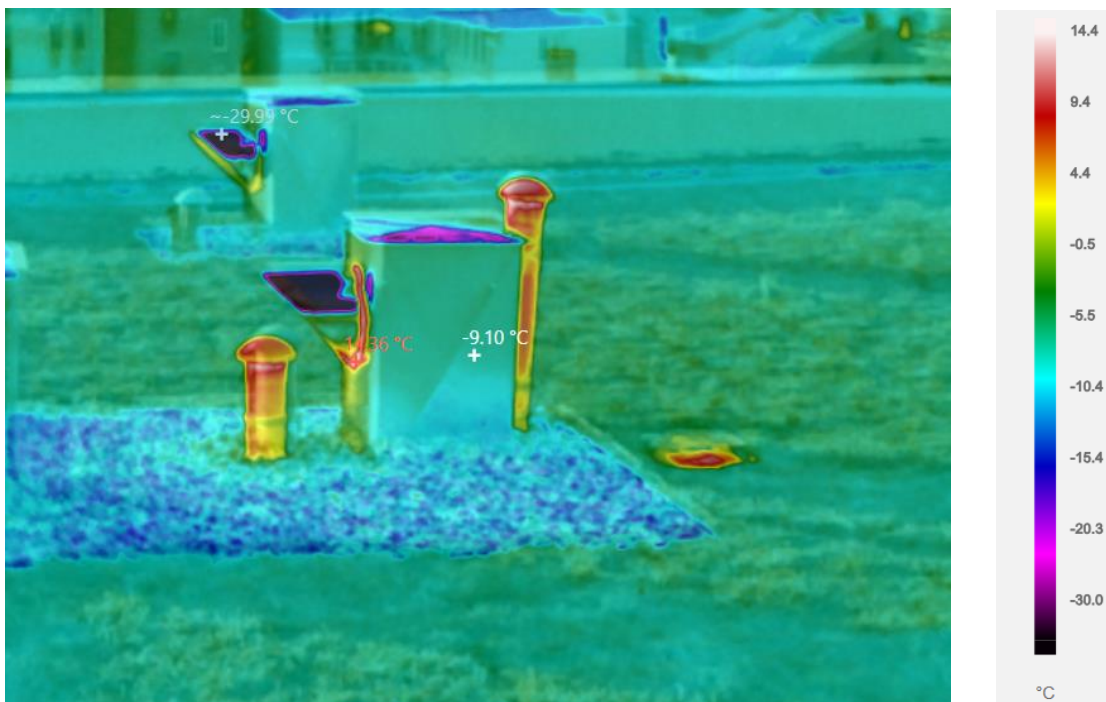
Obr. 36 Porovnání vegetační a štěrkové vrstvy [zdroj: autor, 2023]

Na prvním ze série termosnímků (Obr. 36) můžeme vidět teplotní rozdíl ve štěrkové a vegetační vrstvě. Rozdíl mezi jednotlivými materiály je cca 2 - 3°C od -8°C do -5°C. Velký rozdíl je v teplotě hliníkového profilu, který dělí oba povrchy. Jeho teplota byla dle snímkování -30°C. Tato hodnota je však vyhodnocena na základě odrazivosti kovu a zrcadlí tedy teplotu oblohy.



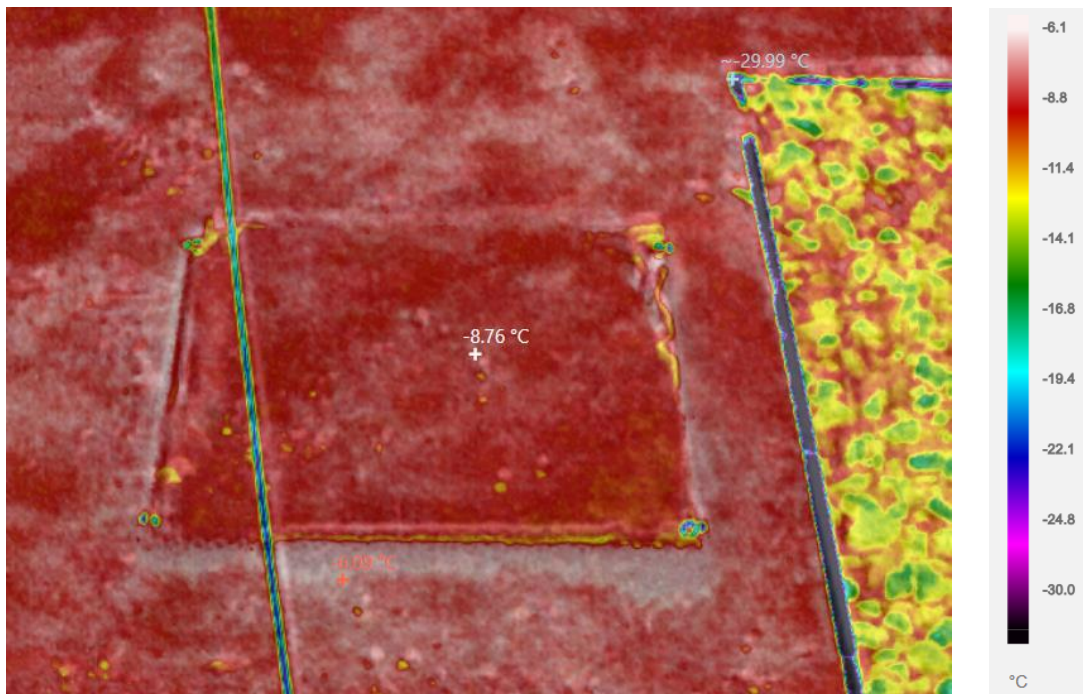
Obr. 37 - Termosnímek střešní vpusti [zdroj: autor, 2023]

Na snímku výše (Obr. 37) je snímkována střešní vpust, která vykazuje vyšší rozdíl teplot. Na nejteplejší mřížce byla naměřena teplota 18,8°C v porovnání s okolní vegetací, která vykazovala teplotu - 4°C.



Obr. 38 - Termosnímek průduchů ventilace [zdroj: autor, 2023]

Očekávaný výsledek mělo snímkování prostupů ventilace a odtahy hygienických prostor (Obr. 38). Zde vidíme teplejší komínky ventilace, střešní vpust, jejíž detail je vyobrazen na předchozím snímku.



Obr. 39 - Termosnímek kontrolního segmentu [zdroj: autor, 2023]

Co mě však na extenzivní zelené střeše nejvíce zajímalo, byl kontrolní segment a jeho projev do tepelně technických vlastností. Tento kontrolní segment byl implementován autorem práce a výrobcem prototypu. Při implementaci tohoto segmentu se kladl velký

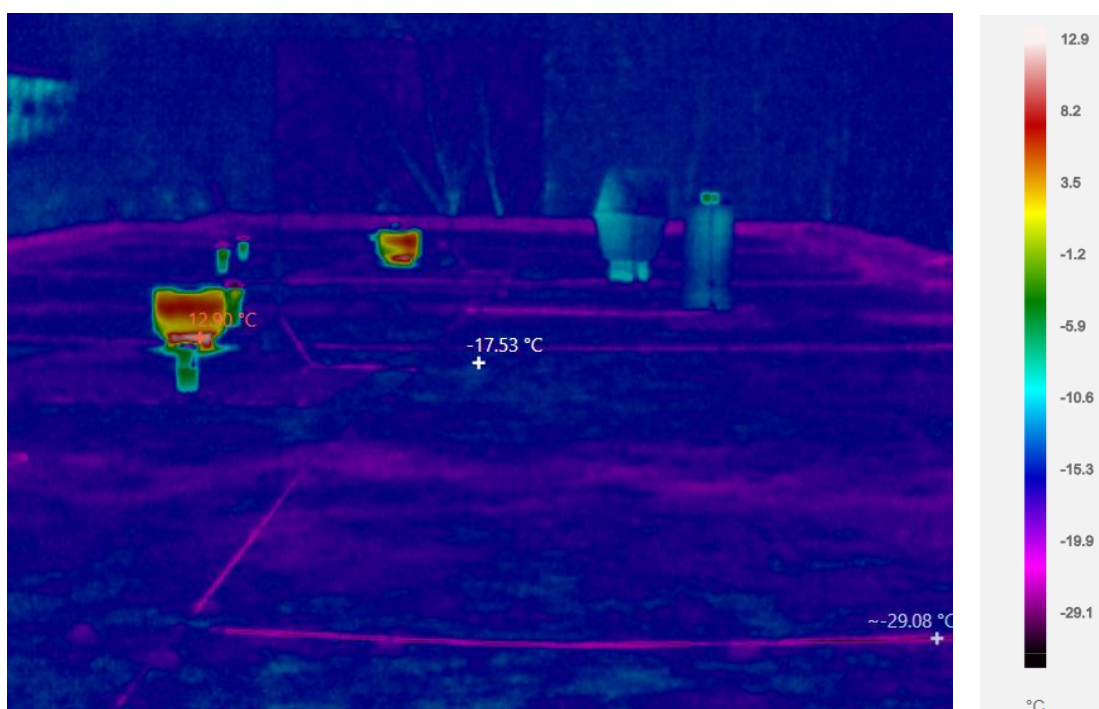
důraz na správné obsypání segmentu. Substrát se pečlivě dosypal až po horní hranu segmentu a vegetace se položila s hranou segmentu.

Ze snímku (Obr. 39) můžeme vidět, že okolní štěrkový dosyp má teplotu řádově o 3 - 4°C nižší. Okraje kontrolního segmentu, které vystupují ze skladby střechy, jsou na termosnímku lehce viditelné a jsou teplotně cca o 2°C chladnější než zbytek plochy.

7.3.2 Termovizní měření MŠ Řezáčova 3

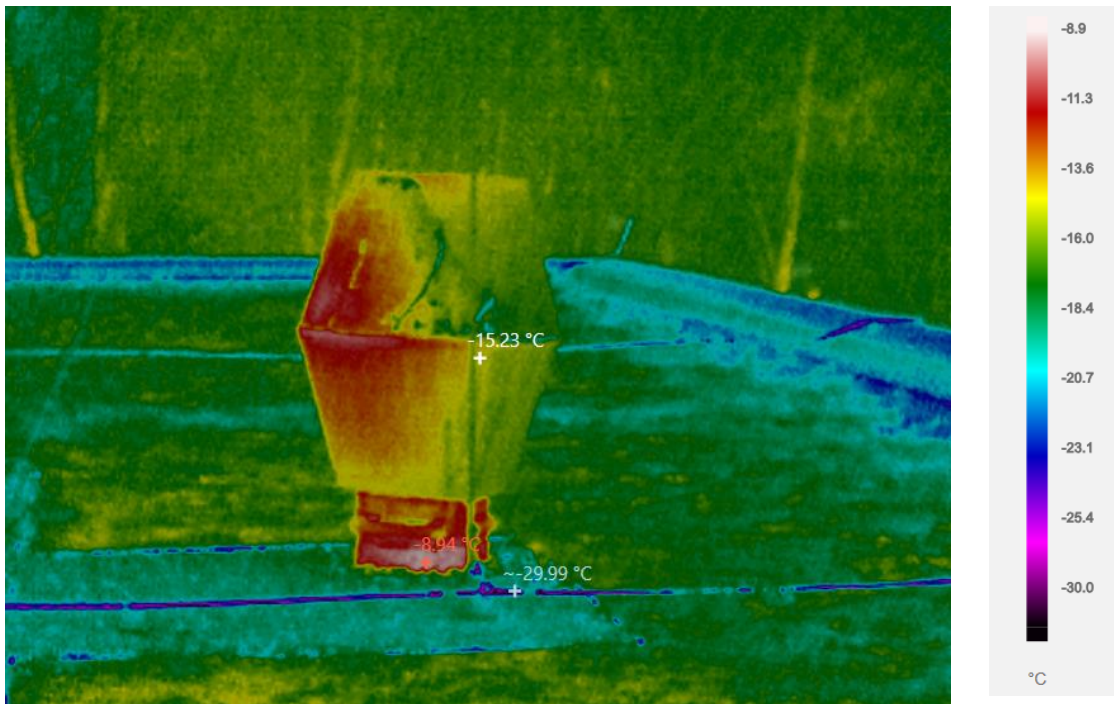
Snímkování extenzivní zelené střechy na Mateřské škole Řezáčova probíhalo v brzkých ranních hodinách 8. 2. 2023. Cílem bylo zachytit stav před východem slunce, aby bylo dosaženo co nejpřesnějšího měření a nebyla zde odchylka odrazu slunečního záření.

Kontrolní segment na této střeše byl implementován realizační firmou a dle snímkování je vidět, že obsyp segmentu nebyl proveden tak detailně jako v případě zelené střechy na Bratislavské.



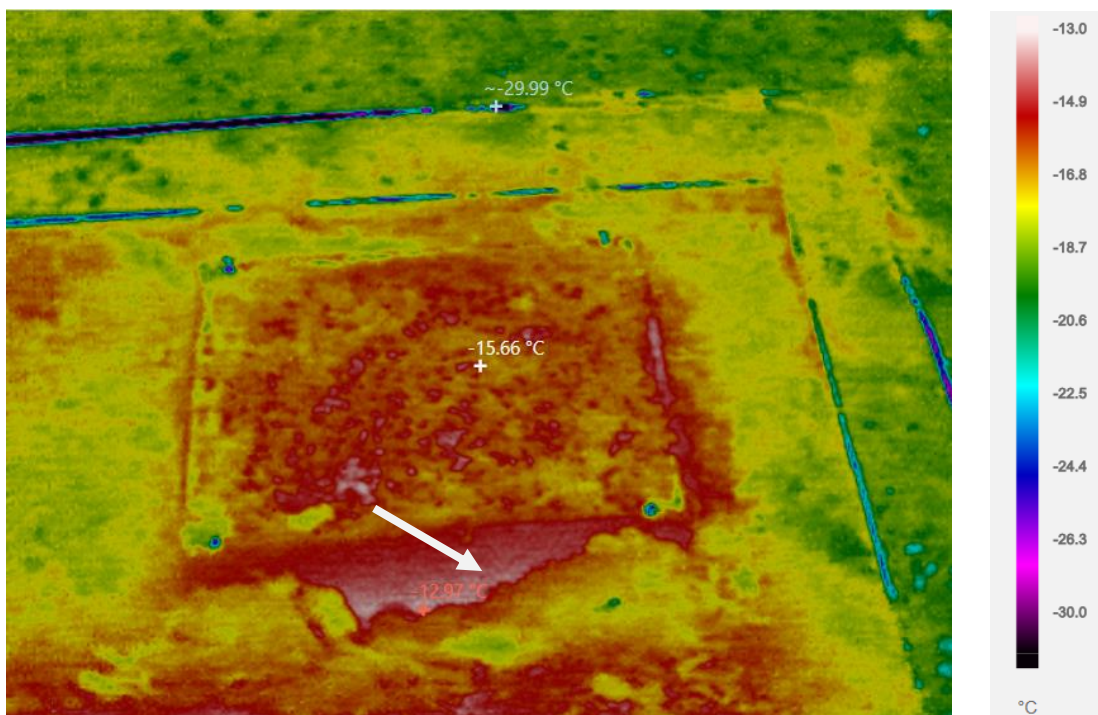
Obr. 40 - Termosnímek zelené střechy MŠ Řezáčova [zdroj: autor, 2023]

Na snímku výše (Obr. 40) byl zachycen obecný stav na zelené střeše. Opět vidíme výrazné rozdíly teplot na vyústění šachet a komínků. Zajímavé jsou v tomto případě svody elektroinstalací a bezpečnostní systém, který se na střeše nachází. Během údržby zelených střech se na tyto tělesa na zelených střechách často zapomíná, i když jejich oddělení od vegetace je z bezpečnostních důvodů velice zásadní.



Obr. 41 - Detail ventilační šachty vzduchotechniky [zdroj: autor, 2023]

Na ventilační šachtě výše (Obr. 41) můžeme vidět, že šachta je rozdělena na dvě poloviny a v provozu je pravděpodobně pouze jedna z částí, jelikož druhá polovina nevykazuje zásadní změnu teploty jako polovina první.



Obr. 42 - Termosnímek kontrolního segmentu MŠ Řezáčova [zdroj: autor, 2023]

V případě segmentu (Obr. 42) můžeme vidět, že dosypání substrátu kolem segmentu je velice špatně provedeno a stejně tak zásyp samotného segmentu. Proto vykazuje segment velké teplotní rozdíly. V označeném prostoru je teplota řádově o 8°C vyšší než na ploše kolem segmentu a cca o 4°C vyšší než na ploše v segmentu. Po dosypání segmentu a

úpravě horní vrstvy v segmentu by výsledek vypadal jako v případě dosypaného segmentu na budově Bratislavská. To je ověření, že správnost implementace kontrolního segmentu může mít zásadní vliv na tepelně technické vlastnosti zelené střechy v okolí segmentu.

Pozn: Po provedeném měření byl segment dosypán substrátem a upraven, aby jeho přítomnost ve skladbě neměla negativní vliv na tepelně-technické vlastnosti.

7.3.3 Diskuse k termosnímkování zelených střech

Termosnímkování bylo provedeno z důvodu ověření vlivu kontrolního segmentu na tepelně technické vlastnosti střechy. V případě zelené střechy na Bratislavské jsme viděli, že pokud je segment správně implementován, jeho tepelně technický vliv je eliminován okolním souvrstvím. Stejně tak jako v případě správné implementace je kontrolní segment těžce zjištělný - plní tedy i svou estetickou funkci.

V případě zelené střechy na mateřské škole jsme viděli, jaký vliv má segment, pokud není správně nainstalován. Proto je také doporučeno kontrolní segment vkládat do souvrství při realizaci a ne až dodatečně, kdy je jeho implementace již složitější a vyžaduje větší úsilí.

K měření bylo využíváno zařízení od společnosti Fluke, které můžeme vidět na obrázku níže. (Obr. 43)



Obr. 43 - Termokamera Fluke Ti450 [21]

7.4 ANALÝZA PRACOVNÍCH PROCESŮ

K dalším zajímavým zjištěním došlo při pozorování dvou realizačních procesů na zelených střechách. Jednalo se o zelenou střechu na polyfunkční budově na adrese Bratislavská 22 v Brně a druhá konstrukce se nacházela na objektu podzemních garáží v Brně-Bohunicích.

7.4.1 Zelená střecha Bratislavská 22

Na zelené střeše polyfunkčního objektu nejdříve probíhala analýza původní skladby a návrh skladby nové. (Tab. 4) Následně se zahájila práce s přemísťováním původního substrátu, umístováním obvodových hliníkových lišt, doplnění geotextilie a hydroakumulace. Následně se doplnil nový substrát a nakonec se položil na celou střechu nový vegetační koberec.

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] |
|---|---|---------------|
| 1 | Vegetační vrstva – rozchodníky, trvalky | - |
| 2 | Extenzivní substrát pro suchomilné rostliny | 30-60 |
| 3 | Geotextilie z netkané textilie 500 g/m ² | 2x4 |
| 4 | Hlavní hydroizolační vrstva | 4 |
| 5 | Nosná konstrukce střechy | - |

Tab. 3 - Původní skladba ZS Bratislavská [zdroj: autor, 2022]

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] |
|-----------------|---|---------------|
| 1 | Vegetační koberec Stomat S5 | 30 |
| 2 | Extenzivní substrát pro suchomilné rostliny | 60 |
| 3 | Geotextilie EnviTex 300 PP | 2x4 |
| 4 | Hybridní deska Enviboard 20 | 20 |
| 5 ^{a)} | Geotextilie z netkané textilie 500 g/m ² | 4 |
| 6 ^{a)} | Hlavní hydroizolační vrstva | 4 |
| 7 ^{a)} | Nosná konstrukce střechy | - |

Tab. 4 - Optimalizovaná skladba ZS Bratislavská [zdroj: autor, 2022]

7.4.1.1 První pracovní den

Celý průběh práce byl rozdělen na dvě poloviny podle plochy střechy. Prvním krokem bylo odstranění substrátu s vegetací na první polovině plochy střechy (Obr. 44). První vrstva geotextilie z této části střechy byla následně přemístěna na druhou stranu střechy spolu se zbytkem substrátu. Následně byl povrch očištěn a připraven pro pokládku nových materiálů. Novou skladbu střechy navrhl projektant (Tab. 4).

Prvním novým komponentem střechy byly hydroakumulační desky, které byly položeny po obvodu první poloviny střechy a na ně byly připevněny hliníkové lamely, které oddělují podklad a kamenivo ve finální podobě (Obr. 45). Po pokládce lamel začala pokládka EnviBoard 20 podél celé první části střechy. Po položení hydroakumulace byla vyvinuta nová geotextilie, která byla zatížena původním podkladem.



Obr. 44 - Zahájení pracovních činností 1.dne [zdroj: autor, 2022]



Obr. 45 - Hliníkové profily oddělující kamenivo a substrát [zdroj: autor, 2022]

V dalším kroku se materiál z druhé části střechy přemístil na nově položené materiály, obvod druhé části se začistil a položila se hydroakumulační vrstva s hliníkovými profily (Obr. 45). Aby nedošlo k odfouknutí materiálu, byla hydroakumulace částečně zatížena kamenivem.

7.4.1.2 Druhý pracovní den

Druhý pracovní den pracovníci uklidili zbývající nedotčená místa, aby byla střecha připravena na kompletní montáž prvních vrstev nové střechy.

Než došlo k uložení hydroakumulace, bylo nutné umístit nopovou fólii kolem prostupů ve střechě, aby nedocházelo k udržování vlhkosti v prostorech šachty a vstupu na střechu. Z tohoto důvodu také nebyl v místech prostupů substrát s vegetací, ale pouze kamenivo, které nezadržuje vlhkost a voda po nopové fólii odtéká z prostoru šachet.

Po dokonalém uložení fólie kolem prostupů byl zbytek střechy obložen hydroakumulačními deskami.

Následně byla geotextilie znovu vyvinuta a zatížena původním podkladem.

Na konci pracovního dne pracovníci po novém materiálu rovnoměrně rozprostřeli původní podklad a provedli kompletní úklid. (Obr. 46)



Obr. 46 - Střecha před dosypáním substrátu [zdroj: autor, 2022]

7.4.1.3 Třetí pracovní den

Poslední den montáže nové střechy proběhly tři velké operace, po kterých střecha dostala konečnou podobu.

Transportní pytel s kamenivem byl jako první transportován na střechu pomocí věžového jeřábu. Kamenivo bylo ukládáno po celém obvodu střechy a do míst prostupů dle projektové dokumentace pomocí pracovních koleček.

Dalším krokem byla přeprava nového substrátu, která probíhala rovněž pomocí transportních pytlů a věžového jeřábu. Stejně jako v případě kameniva pracovníci rozprostírali substrát v požadované tloušťce po celé ploše střechy. Po uložení substrátu byla provedena kontrola tloušťky substrátu v jednotlivých částech střechy.



Obr. 47 - Kladení vegetačních koberců [zdroj: autor, 2022]

Posledním finálním krokem bylo položení předpěstovaných vegetačních koberců, viz Obr. 47. Ty byly opět transportovány jeřábem na paletě na střechu. Tyto tři nejdůležitější práce zabraly pracovníkům 5 hodin. Po uložení a dopracování detailů byl dokončen třetí den (Obr. 48).

7.4.1.5 Vyhodnocení

Podle pozorování celého procesu lze říct, že stav, v jakém byla střecha před rekonstrukcí, byl pro zdravý růst vegetace nedostatečný. Dva roky po rekonstrukci střechy vypadá stále v perfektním vegetačním stavu. I přes horka, která jsou v okolí na denním normálu, hydroakumulace zadržuje dostatek vláhy pro vegetaci, aby zůstala v životaschopném stavu. Tloušťka substrátu je také dostatečná. V minulých měsících zde probíhalo kontrolní měření zadržení vláhy ve skladbě, které bylo následně vyhodnoceno v závislosti na počasí a množství srážek.

7.4.2 Objekt Brno – Bohunice

Před samotnou revitalizací bylo třeba vyhodnotit stav jednotlivých vrstev skladby, aby se předešlo negativním dopadům nekvalitního podloží. Byla provedena vizuální kontrola a také náhodné prozkoumání podloží a stávající vegetace.

Vzhledem k umístění střešní konstrukce mezi budovami, kde není dosaženo dlouhodobého slunečního svitu, bylo potřeba zvolit velmi odolnou vegetační vrstvu s nízkou náročností na vnější podmínky. Nutno dodat, že veškerý pohyb probíhal z úrovně přilehlého chodníku, ve stejné výšce jako byla střešní konstrukce, což značně usnadnilo pracovní procesy.

Následně se začalo s odstraňováním starého vegetačního koberce, který již neplnil žádnou vizuální funkci. Po odstranění neživého koberce byl podklad očištěn od náletových rostlin a plevelů, byly odstraněny kameny a další materiály, které by mohly bránit dalšímu růstu nového koberce. Po těchto činnostech proběhla pokládka nového vegetačního koberce. Posledním krokem byla drobná závlaha nového i původního koberce a drobné finální estetické úpravy.

7.4.2.1 Původní skladba a její stav

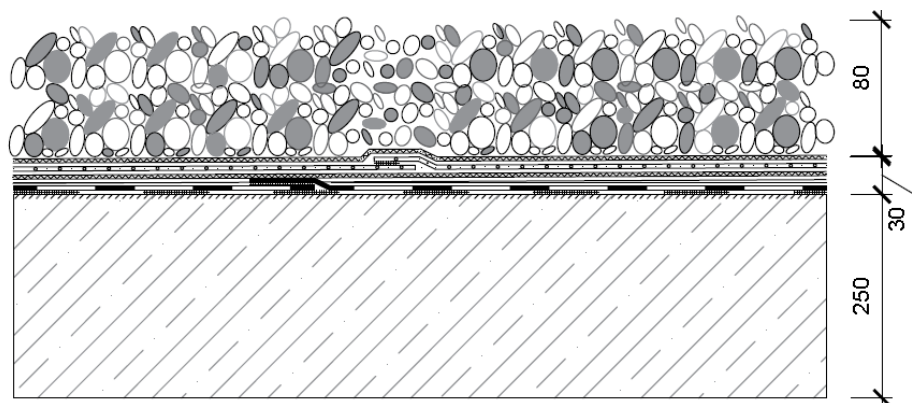
Prvotním impulzem pro obnovu zeleně na ploše garáží byl vizuální stav povrchu. Povrch byl velice zanedbaný, zřejmě zde nedocházelo k žádné údržbě (Obr. 49). Plocha střechy garáží se nacházela v prostorách mezi budovami a zřejmě zde nebylo dostatečné prosvětlení slunečním světlem. Dále z důvodu absence světla zde byla vyšší vlhkost a z toho důvodu se lépe udržoval plevel a náletové traviny. Vegetační koberec byl plevelem hustě prorostlý, tedy nebyl v ideálních podmínkách pro růst. Nově byl pokládán předpěstovaný rozchodníkový koberec v rozloze 35 m².

Střešní vpust byla na střeše zanesena zelení, tudíž můžeme předpokládat, že srážky se zde držely více, a to rovněž svědčilo plevelům.



Obr. 49 - Původní stav ZS Bohunice [zdroj: autor, 2022]

Na obrázku výše můžeme také spatřit stav podloží, které bylo hustě poseto velmi hrubým kamenivem, což mělo negativní vliv na prosperitu vegetace. Toto kamenivo bylo před pokládáním nového koberce sejmuto. Orientačně byla stanovena skladba původní střechy (Obr. 50).



Obr. 50 - Původní skladba ZS Bohunice [zdroj: autor, 2022]

7.4.2.2 Průběh revitalizace

- Nejdříve došlo k extrakci původního vegetačního koberce, který byl odumřelý.
- Před zahájením pokládky nového koberce byl stávající zelený vegetační koberec řádně vyčištěn, odplevelen a seskupen tak, aby došlo ke snadnější instalaci nového koberce.
- Kamenivo bylo vysbíráno a následně odvezeno prováděcí firmou.
- V dalším kroku byl vyčištěn prostor kolem střešní vpusti a vpust byla obsypána říčním kamenivem, aby docházelo ke snadnějšímu filtrování odtékající srážkové vody (Obr. 51).



Obr. 51 - Obsypaná střešní vpust [zdroj: autor, 2022]

V dalším kroku došlo k úpravě skladby u stěn s okolními budovami, kde bylo jako v případě vpusti dosypáno kamenivo (Obr. 52).



Obr. 52 - Příprava podkladu pro položení vegetační vrstvy [zdroj: autor, 2022]

Po finální úpravě podkladu byl dovezen předpěstovaný rozchodníkový koberec, který byl uložen v prostorách kolem původního koberce, jenž stále plnil svou estetickou funkci.

- Po uložení koberce pracovníci provedli poslední drobné úpravy vzhledu povrchu a proběhla drobná závlaha trávníku a finální úklid (Obr. 53).



Obr. 53 - Finální vzhled ZS Bohunice [zdroj: autor, 2022]

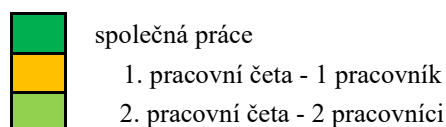
7.4.2.3 Časový model revitalizace

Na střešní konstrukci, která však byla v úrovni okolního terénu, pracovali tři pracovníci, kteří práci vykonali za 10,5 hodiny. Byl vypracován časový plán, který je graficky vyjádřen níže (Graf 10).

Pracovníci na konstrukci přesunuli 35 m² rozchodníkového koberce a zhruba 100 kg zahradního kameniva. Veškeré práce probíhaly bez pomoci mechanizace v úrovni přílehlého terénu.

Pracovníci nejdříve začali společnou prací, drobnější práce byly rozděleny na dvě pracovní čety. Práce započaly v 8:00 a odjezd čety byl v 11:30.

| činnosti | prac. | 8:00 | 8:20 | 8:40 | 9:00 | 9:20 | 9:40 | 10:00 | 10:20 | 10:40 | 11:00 | 11:20 | 11:30 |
|----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| odstranění původního koberce | 3 | ■ | | | | | | | | | | | |
| vypelevelení zeleně | 1 | | | ■ | | | | | | | | | |
| odstranění kameniva | 2 | | | ■ | | | | | | | | | |
| vyčištění vpusti a příprava | 1 | | | | ■ | | | | | | | | |
| příprava podkladu pro pokládku | 2 | | | | ■ | | | | | | | | |
| úprava napojení střechy na stěny | 1 | | | | | ■ | | | | | | | |
| položení nového koberce | 3 | | | | | | | | ■ | | | | |
| finální úpravy, zálaha, úklid | 3 | | | | | | | | | | | | ■ |



Graf 10 - Časový model prací [zdroj: autor, 2022]

7.4.2.4 Zhodnocení prací

Dle časové analýzy byl určen sled jednotlivých činností, jak po sobě následovaly. Po dokončení prací byl investor seznámen s pokyny o údržbě a informacemi, v jak častých intervalech by měla údržba probíhat.

Čas prací byl ovlivněn zejména členitostí prostoru a také komplikací instalovaných tvarů, která byla způsobena nepravidelným tvarem stávajícího koberce. Pozitivně čas ovlivnil také fakt, že byl instalován pouze vegetační koberec a nebylo třeba instalovat další materiály do podkladu. Velkou roli v rychlosti revitalizace hrál fakt, že konstrukce se nacházela v úrovni přilehlého chodníku. Nebylo tak potřeba využívat žádnou těžkou mechanizaci, se kterou by se čas revitalizace značně prodloužil.

Z finančního hlediska vychází revitalizace pouze vegetační vrstvy mnohonásobně lépe než realizace kompletní skladby zelené střechy. Ovšem před pokládáním je třeba analyzovat povrch a zajistit, aby na něm pouze vegetační koberec byl schopen růst.

Často opomíjenou položkou nákladů je také údržba, kterou je potřeba provádět v určitých časových intervalech v závislosti na typu zelené střechy a předejít tak odumření vegetace a následné nákladné revitalizaci.

7.5 EXPERIMENT ODTOKU ZELENÉ STŘECHY

Společně s kolegy jsme si dali za cíl ověřit a porovnat účinnost hydroakumulační vrstvy ve skladbě zelené střechy. K myšlence zabývat se touto oblastí nás přivedla zelená střecha na bytovém domě v ulici Bratislavská. Instalovaná střešní konstrukce si musela projít rekonstrukcí, a to právě z důvodu absence hydroakumulační vrstvy. Obecně negativní vliv tohoto nedostatku byl na první pohled viditelný. Na střeše byla výrazná absence extenzivní zeleně. Nicméně nás to přivedlo k myšlence ověřit a porovnat zadržovací schopnosti hydroakumulační vrstvy oproti zelené střeše, kde tato vrstva chybí. Na základě získaných dat pak dále rozvíjet myšlenku významu hydroakumulační vrstvy aplikované v zelené střeše.

7.5.1 Metodologie

Pro účely experimentu jsme sestavili dvě totožné experimentální střechy ve výzkumném areálu AdMaS. Jako základní stavební prvek experimentu byla použita stávající konstrukce střechy z dřevěných trámů, OSB desek a hydroizolace z modifikovaných

asfaltových pásů. Pro bednění vzorových zelených střech byly použity OSB desky, které byly stabilizovány vzpěrami z řeziva. Dále byl použit materiál na skladbu zelené střechy. Geotextílie, retenční desky Aquadesk Retex a substrát, jak můžeme vidět níže (Obr. 54). Pro účely simulace deště bylo použito na konstrukci řezivo, zahradní hadice, rozprašovací ventily a nastavitelné měřidlo průtoku vody. Měření samotné probíhalo na elektrické váze a na záchyt vody byly použité plastové vany. Na již připravenou střechu jsme sestavili bednění z OSB desek a řeziva, které jsme ustavili do dvou shodných čtverců o ploše 1,44m². Do bednění jsme na hydroizolační asfaltovou vrstvu umístili geotextílii. Dále jsme na vzorovou střechu č. 1 umístili substrát. (Tab. 5) Na vzorovou střechu č. 2 se po geotextílii umístila hydroakumulační vrstva z retenčních desek a na ně byl umístěn substrát. (Tab. 6) Výsledný stav je zachycen na Obr. 55.



Obr. 54 - Příprava experimentálního modelu [zdroj: autor, 2023]

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] |
|---|-----------------------|---------------|
| 1 | Substrát | 40 |
| 2 | Geotextílie | - |
| 3 | HI z asfaltových pásů | 4 |

Tab. 5 - Skladba střechy č. 1 [zdroj: autor, 2023]



Obr. 55 - Dokončená zkušební střecha s finální vrstvou substrátu [zdroj: autor, 2023]

| | Vrstva střechy | Tloušťka [mm] |
|---|-----------------------|----------------------|
| 1 | Substrát | 40 |
| 2 | Aquadesk Retex | 40 |
| 3 | Geotextilie | - |
| 4 | HI z asfaltových pásů | 4 |

Tab. 6 - Skladba střechy č. 2 [zdroj: autor, 2023]

Konstrukci pro simulaci deště tvořil jednoduchý rastr z řeziva čtvercového půdorysu o délce 1,2 m, jak můžeme vidět na obrázku č. 56. Na rastr byla umístěna zahradnická hadice, ve které byly umístěny rozprašovací ventily tak, aby byly plochy zkušebních střech obsaženy rovnoměrnou intenzitou zkušebního deště. Na vstupní konec hadice bylo umístěno nastavitelné měřidlo průtoku.



Obr. 56 - Rastr pro simulaci normového deště [zdroj: autor, 2023]

V poslední řadě pak byla připravena elektrická váha. Ta byla umístěna pod okapový žlab, z něhož byla při experimentu sváděna dešťová voda do vaničky, která byla umístěna na měřícím zařízení. Displej váhy, který vidíme níže (Obr. 58), byl postaven vedle stopek a hodinek kvůli sledování časové návaznosti experimentu. Experiment byl zahájen umístěním konstrukcí pro simulaci deště na bednění a spuštěním průtoku vody. Rychlost simulovaného deště vycházela z 27 l/m²/ na 15 minut. Na plochu 1,44 m² byl tedy průtok o rychlosti 2,59 l/min, jak můžeme vidět také níže (Obr. 57). Celkové množství dešťové vody bylo 38,88 l na každou zkoušenou střechu.



Obr. 58 - Měřící zařízení [zdroj: autor, 2023]



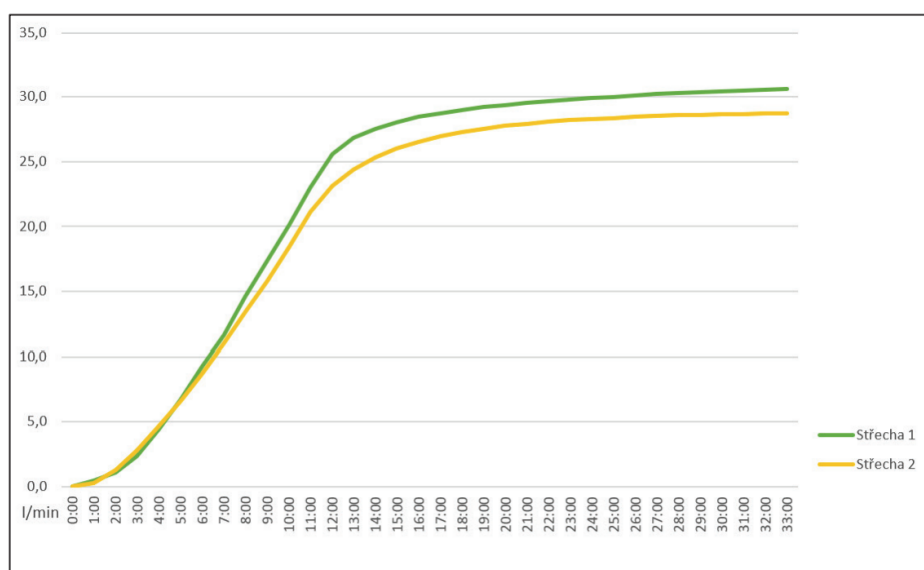
Obr. 57 - Měřidlo průtoku [zdroj: autor, 2023]

Na Obr. 59 je zachycen moment začátku pokusu, kdy následně byly obě střechy vystaveny patnáctiminutovému dešti. Ve chvíli, kdy začala skrz žlab odtékat první dešťová voda, která prošla jednotlivými skladbami, bylo zahájeno měření objemu vody ve vztahu k uběhlému času. Hodnota odečtené dešťové vody byla zaznamenávána každou minutu.



Obr. 59 - Zahájení simulace normového deště [zdroj: autor, 2023]

Celý experiment byl zaznamenán na kameru a následně byl vyhodnocen objem dešťové vody, která odtékla v závislosti na čase z jednotlivých střech. Výsledné hodnoty byly přeneseny do grafu níže (Graf 11).



Graf 11 - Naměřené hodnoty odtoků ze střech [zdroj: autor, 2023]

7.5.2 Výsledky experimentu

V prvních minutách experimentu jsme mohli sledovat, že je propustnost téměř shodná. Ve čtvrté minutě měření je poslední shodný bod a mezi pátou až jedenáctou minutou můžeme pozorovat lineární nárůst rozdílu v celkově odvedené dešťové vodě, a to přibližně na 1,9 l. Maximálního rozdílu odvedené vody pak střechy dosáhnou v třinácté minutě, kdy je rozdíl 2,44 l. Poté se rozdíl začne postupně snižovat. Na konci měření, tedy v třiatřicáté minutě, se rozdíl ustálil na 1,9 l. Na obě střechy bylo simulovaným deštěm aplikováno shodně 38,88 l vody. Po 33 minutách byl z obou střech již odtok 0,00 l. Střechou č.1 proteklo 30,63 l. Substrát tedy dokázal zadržet 8,25 l. Střechou č.2 proteklo 28,80 l. Substrát v kombinaci hydroakumulační vrstvou dokázal zadržet 10,08 l, což je o 1,9 l víc než střecha pouze se substrátem.

7.5.3 Vyhodnocení experimentu

Hlavní hypotéza, že střecha s hydroakumulační vrstvou dokáže výrazně zpomalit rychlost odtoku, se nepotvrdila. Přesto lze užitím této vrstvy dosáhnout rozdílu. Je zřejmé, že voda, která zůstane v této vrstvě, pak bude doplňovat vlhkostí substrát a pro finální extenzivní vrstvu to bude mít kladný přínos. Mimo cíle tohoto pokusu se ale jeví vyzorovaný zpožděný nástup odtoku dešťové vody, který se liší téměř o 2,5 minuty u zkoušených střech.

7.6 DOTAZNÍKY CENOVÉ A ČASOVÉ NÁROČNOSTI ÚDRŽBY REALIZAČNÍCH FIREM

Ke zjištění stavu prováděných údržeb u realizačních firem jsem vytvořil dotazník údržby, který je přílohou P5 disertační práce. V dotazníku byly pokládány dotazy na frekvenci, časovou a finanční náročnost, plochu střechy, typy udržovaných střech atd. Vybral jsem 4 firmy a dvě podnikající osoby v okolí města Brna a v okolí města Zábřehu.

Cílem dotazníků byla ucelená informace o tom, jakým stylem probíhá údržba, kterou provádí realizační firma, a zda-li je dostatečná.

Zajímavostí byl fakt, že údržby firmy či podnikající osoby v tomto odvětví provádějí mnohem častěji, jsou dražší a odpovědi byly přesné bez zaváhání. Je tedy vidět evidentní znalost problematiky a důraz na pravidelnost při údržbě. Na druhou stranu údržba spočívá zejména v odplevelení. Pouze jediný respondent zmínil kontrolu vpustí. Můžeme tedy počítat s tím, že buď se vpustí nekontrolují nebo její průchodnost není v rámci údržby řešena.

Další zajímavostí je, že firmy neprojevily zájem o vhodný plán údržby a uvedly, že jejich užívaný plán údržby jim stačí pro provedení úkonů. O plán projevili zájem dva respondenti, kteří jsou zaměstnaní jako údržbáři městských zelení. Volbu možná zvolil jeden respondent, který udržuje semiintenzivní střechu.

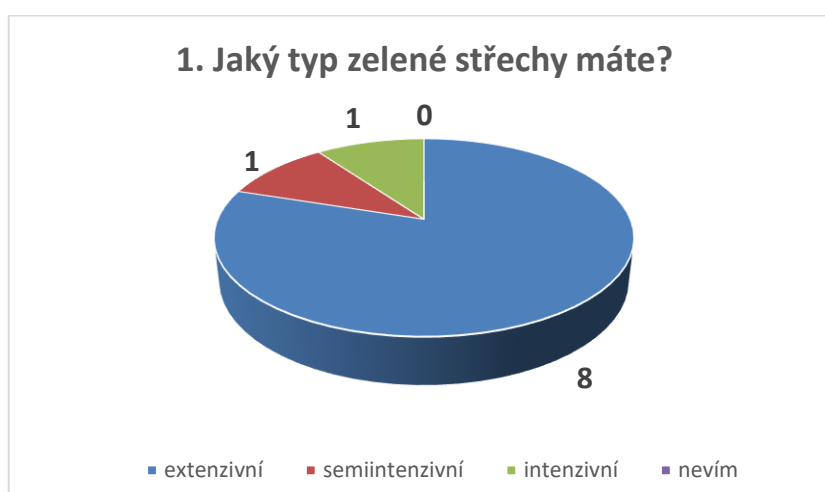
7.6.1 Vyhodnocení dotazníků realizačních firem a podnikajících osob

7.6.1.1 Typ střechy

| 1. Jaký typ zelené střechy máte? | | | |
|----------------------------------|----------------|------------|-------|
| extenzivní | semiintenzivní | intenzivní | nevím |
| 8 | 1 | 1 | 0 |

Tab. 7 - Vyhodnocení otázky č. 1 [zdroj: autor, 2024]

Na dotaz, o jaký typ zelené střechy údržba pečuje, byla vždy přesná odpověď. Jednalo se zejména o extenzivní zelené střechy a po jedné intenzivní a semiintenzivní.



Graf 12 - Typ zelených střech [zdroj: autor, 2024]

Z tohoto zjištění vyplývá, že společnosti, které se zabývají údržbou, pečují většinou o extenzivní zelené střechy, kterých je na trhu procentuálně nejvíce.

7.6.1.2 Frekvence údržby

| 2. Jak často a v kterém období provádíte údržbu zelené střechy? | | | |
|---|--------|--------|---------|
| < 1x/rok | 1x/rok | 2x/rok | >2x/rok |
| 0 | 0 | 0 | 10 |

Tab. 8 - Vyhodnocení otázky č. 2 [zdroj: autor, 2024]

Při odpovědích na frekvenci údržby byla také vždy přesná odpověď. Všichni z dotázaných uvedli, že údržby na daných střechách provádějí více než dvakrát za rok. Nejméně třikrát, nejvíce pak v případě intenzivní zelené střechy 60krát. Jedna střecha,

která je krátce po dokončení se nyní udržuje dvakrát týdně, to však je plánováno po dobu pouze půl roku. Dále už standardně dvakrát za půl roku.

Zaznamenané odpovědi: 4x,2x/t,4x,3x,3x,60x,4x,3x,4x,4x



Graf 13 - Frekvence údržby [zdroj: autor, 2024]

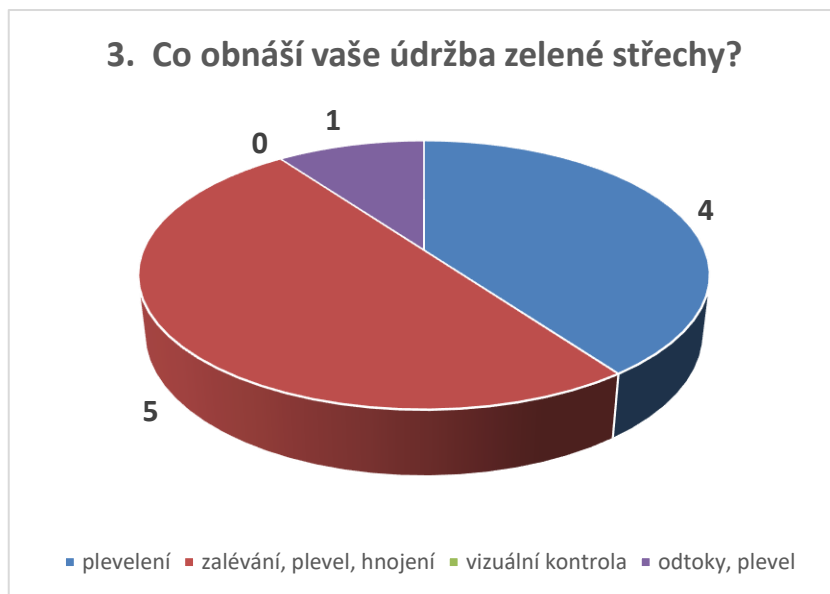
Toto zjištění bude zřejmě podporovat také fakt, že se jedná o zakázkové práce, tedy účelem provádějících firem bude provádět údržbu co nejpravidelněji a nejčastěji také z důvodů výnosů.

7.6.1.3 Činnost při údržbě

| 3. Co obnáší vaše údržba zelené střechy? | | | |
|--|---------------------------|-------------------|----------------|
| plevelení | zalévání, plevel, hnojení | vizuální kontrola | odtoky, plevel |
| 4 | 5 | 0 | 1 |

Tab. 9 - Vyhodnocení otázky č. 3 [zdroj: autor, 2024]

U této otázky respondenti většinou odpovídali činnostmi plevelení, u menších střech zalévání a ve dvou případech probíhalo hnojení. Pouze v jednom případě semiintenzivní střechy uvedl respondent kontrolu střešních vpustí.



Graf 14 - Činnosti při údržbě [zdroj: autor, 2024]

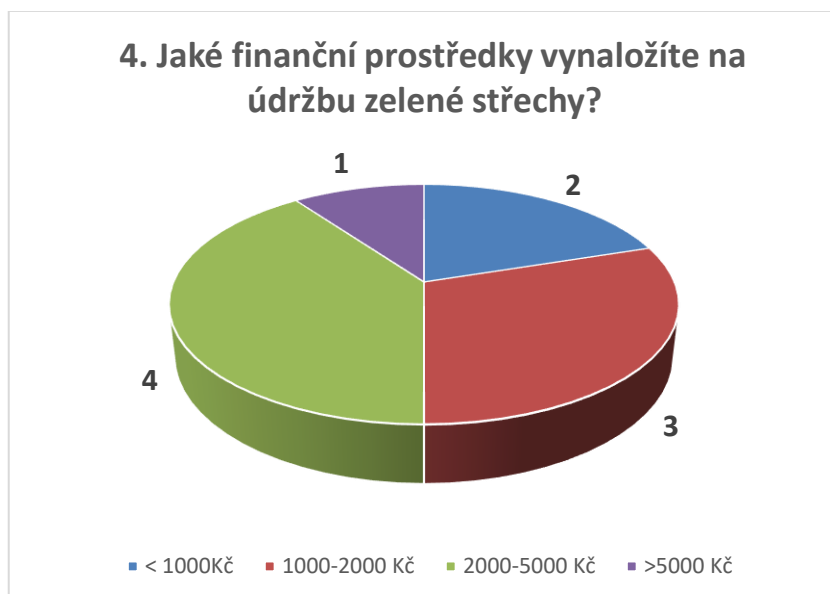
Z toho plyne fakt, že firmy se zabývají zejména floristickými úpravami a estetičností, menší důraz pak kladou na technologickou funkčnost, která je nepochybně jedním z nejdůležitějších elementů provozuschopnosti zelené střechy.

7.6.1.4 Finanční prostředky

| 4. Jaké finanční prostředky vynaložíte na údržbu zelené střechy? | | | |
|--|--------------|--------------|----------|
| < 1000Kč | 1000-2000 Kč | 2000-5000 Kč | >5000 Kč |
| 2 | 3 | 4 | 1 |

Tab. 10 - Vyhodnocení otázky č. 4 [zdroj: autor, 2024]

U dotazů na finanční náročnost byla nejčastěji volena volba 2000-5000 Kč za provedenou údržbu. Pouze o jednoho respondenta méně uvedlo možnost 1000-2000 Kč.



Graf 15 - Finanční prostředky [zdroj: autor, 2024]

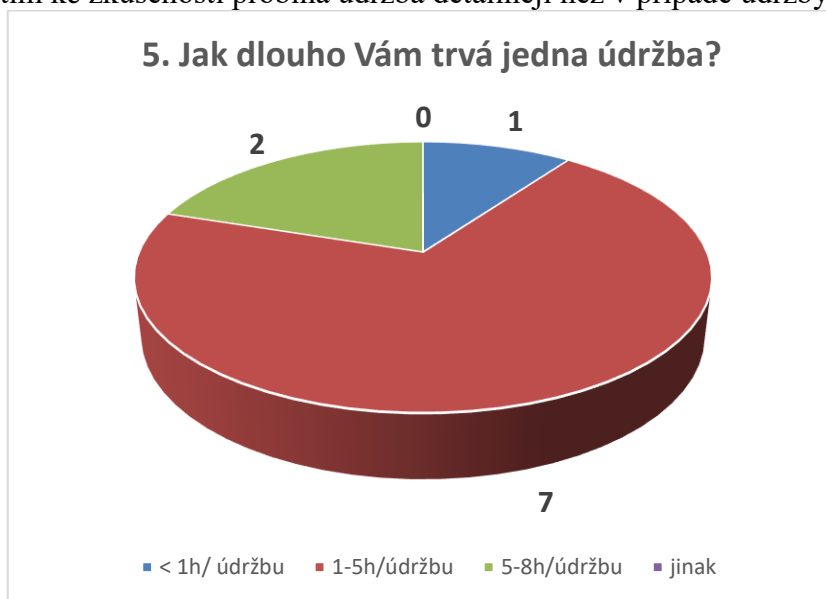
Stejně jako v předpokladu četnosti údržby se bude jednat také o cíl profitovat na jednotlivých údržbách.

7.6.1.5 Časové prostředky

| 5. Jak dlouho Vám trvá jedna údržba? | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| < 1h/ údržbu | 1-5h/údržbu | 5-8h/údržbu | jinak |
| 1 | 7 | 2 | 0 |

Tab. 11 - Vyhodnocení otázky č. 5 [zdroj: autor, 2024]

Údržbu nejčastěji provádí údržbáři 1-5 hodin, jedná se o poměrně vysoký časový limit s přihlédnutím na plochy střech, které byly udržovány. Můžeme tedy předpokládat, že s přihlédnutím ke zkušenosti probíhá údržba detailněji než v případě údržby svépomocí.



Graf 16 - Doba údržby [zdroj: autor, 2024]

7.6.1.6 Provedení údržby

| 6. Jak provádíte údržbu? | |
|--------------------------|--------------|
| svépomocí | dodavatelsky |
| 2 | 8 |

Tab. 12 - Vyhodnocení otázky č. 6 [zdroj: autor, 2024]

Jelikož se jednalo o dotazníky pro firmy provádějící údržbu, většina dotázaných prováděla údržbu dodavatelsky. V případě dvou údržbářů se jednalo o střechy městských částí, kde byla osoba zaměstnancem správy budov, tedy ne přímo údržbářem zelených střech. V tomto případě také údržbář nebyl placen za provedení údržby, ale od komplexní pracovní doby.



Graf 17 - Způsob provedení údržby [zdroj: autor, 2024]

7.6.1.7 Plocha střechy

| 7. Jaká je plocha Vaší zelené střechy? | | | |
|--|--------|---------|----------|
| <20m ² | 20-100 | 100-500 | 500-1000 |
| 1 | 2 | 7 | 0 |

Tab. 13 - Vyhodnocení otázky č. 7 [zdroj: autor, 2024]

Na dotaz plochy většina respondentů odpovídala třetí možností. Jedná se tedy zejména o velké zelené střechy na bytových domech. V případě plochy do 20 m² se jednalo o menší přístavbu, která byla součástí majetku městské části a kde údržbu vykonával zaměstnanec městské části.



Graf 18 - Plocha udržovaných střech [zdroj: autor, 2024]

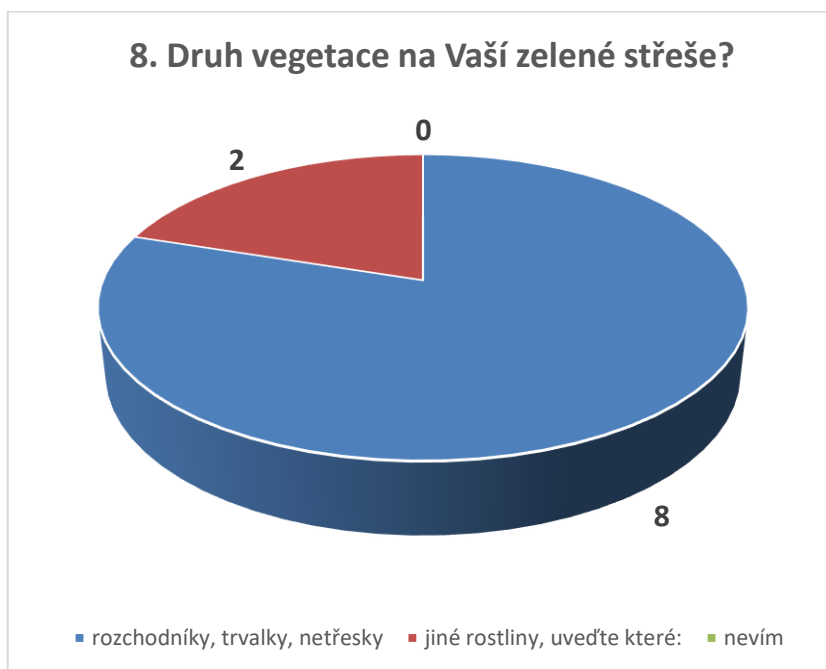
Obecně tedy lze říci, že společnosti, které se zabývají údržbou zelených střech, mají na starost střechy o větší ploše než v případě údržbářů, kteří provádějí údržbu na svých menších budovách jako jsou rodinné domky a jiné drobnější stavby.

7.6.1.8 Druhy vegetace

| 8. Druh vegetace na Vaší zelené střeše? | | |
|---|------------------------------|-------|
| rozchodníky, trvalky, netřesky | jiné rostliny, uveďte které: | nevím |
| 8 | 2 | 0 |

Tab. 14 - Vyhodnocení otázky č. 8 [zdroj: autor, 2024]

V případě extenzivních zelených střech byla odpověď zcela jasná. V případě intenzivní a semiintenzivní zelené střechy respondenti doplnili k extenzivní vegetaci také cibuloviny, břečťan, trávník, psí víno aj., tůje, keře.



Graf 19 - Druh vegetace zelených střech [zdroj: autor, 2024]

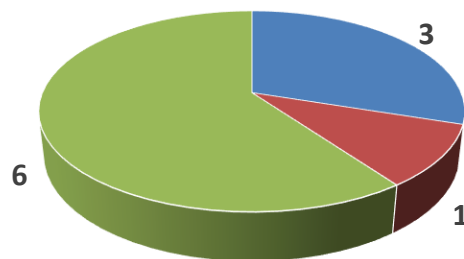
7.6.1.9 Zájem o plán údržby

| 9. Máte zájem o plán údržby, nebo jsou informace dostatečné? | | |
|--|--|---|
| ano, měl bych zájem o plán údržby | možná, dosavadní informace jsou neúplné a nesrozumitelné | ne, dosavadní informace jsou dostatečné |
| 3 | 1 | 6 |

Tab. 15 - Vyhodnocení otázky č. 9 [zdroj: autor, 2024]

Jak již bylo dříve avizováno, společnosti, které se zabývají údržbou, zájem o plán údržby neprojevily. Projevili o něj zájem údržbáři městských částí, kterým vhodný plán údržby chybí.

9. Máte zájem o plán údržby nebo jsou informace dostatečné?



- ano, měl bych zájem o plán údržby
- možná, dosavadní informace jsou neúplné a nesrozumitelné
- ne, dosavadní informace jsou dostatečné

Graf 20 - Zájem o plán údržby zelených střech [zdroj: autor, 2024]

7.6.2 Diskuse k vyhodnocení dotazníků údržby firem a podnikajících osob.

Obecně lze říci, že pokud se jedná o údržby prováděné firmou, jsou údržby pravidelné, častější, finančně náročnější, trvají delší dobu a jsou prováděné na větších plochách střech. Zájem o plán údržby je v případě těchto subjektů malý, což ve výsledku nemá žádný vliv, neboť plán je zejména pro údržbáře, kteří provádí údržbu na svých střechách svépomocí. Tento fakt doplňuje i zájem údržbářů z městských částí.

7.7 DOTAZNÍKY CENOVÉ A ČASOVÉ NÁROČNOSTI ÚDRŽBY SVÉPOMOCÍ

Na základě zjišťování reálných dat časové a finanční náročnosti údržby zelené střechy byl vytvořen dotazník (Obr. 60) a bylo tázáno 11 respondentů, aby popsali jak často, jakým způsobem a jak finančně náročnou údržbu provádí na svých zelených střechách.

Dobrý den,

jmenuji se Jan Jílek a studuji na Fakultě stavební VUT v Brně. V rámci své disertační práce se zabývám údržbou zelených střech a její optimalizací. Rád bych Vás proto požádal o vyplnění níže uvedeného dotazníku, který mi poskytne cenné informace ke zpracování disertační práce a zaslání dotazníku zpět na emailovou adresu. Předem Vám moc děkuji za Váš čas.

Email: jan.jilek93@seznam.cz

1. Jaký typ zelené střechy máte:

- extenzivní zelená střecha
- semiintenzivní zelená střecha
- intenzivní zelená střecha
- nevím
- jiná: _____

2. Jak často a v kterém období provádíte údržbu zelené střechy:

- méněkrát než 1x za rok – uveďte kolikrát: _____
- 1x za rok
- 2x za rok
- vícekrát za rok – uveďte kolikrát: _____

Obr. 60 - Ukázka anonymního dotazníku údržby [zdroj: autor, 2024]

Nejdříve proběhl sběr dat od soukromých vlastníků objektů se zelenou střechou. V těchto případech byla údržba prováděna hluboce pod obecně udávaným průměrem frekvence údržby.

7.7.1 Vyhodnocení dotazníků vlastníků

7.7.1.1 Typ střechy

| 1. Jaký typ zelené střechy máte? | | | |
|----------------------------------|----------------|------------|-------|
| extenzivní | semiintenzivní | intenzivní | nevím |
| 6 | 0 | 0 | 5 |

Tab. 16 - Vyhodnocení otázky č. 1 [zdroj: autor, 2024]

Při pokládání tohoto dotazu jsem cíleně respondentům nevysvětloval, jaký je rozdíl mezi jednotlivými střechami, abych zjistil, zda se majitelé orientují v názvosloví zelených střech. Ač menší polovina respondentů odpověděla: nevím, tak po objasnění pojmů by všichni dotázaní odpověděli, že mají extenzivní zelenou střechu. To nasvědčuje faktu, že klient ví, že má zelenou vegetační střechu, ale neví, jaký typ.



Graf 21 - Typ zelených střech [zdroj: autor, 2024]

Ani jeden z dotázaných respondentů neměl na své střeše semiintenzivní nebo intenzivní zelenou střechu. To dosvědčuje, že ve většině případů si standardní klient přeje zelenou střechu s minimální údržbou.

7.7.1.2 Frekvence údržby

| 2. Jak často a v kterém období provádíte údržbu zelené střechy? | | | |
|---|--------|--------|---------|
| < 1x/rok | 1x/rok | 2x/rok | >2x/rok |
| 4 (2x 2roky, 5 let, 20let) | 4 | 2 | 1 |

Tab. 17 - Vyhodnocení otázky č. 2 [zdroj: autor, 2024]

U frekvence údržeb se projevilo podobný trend jako v první otázce. Oblasti menších měst prováděly údržbu zelených střech s menší periodicitou. Ve větších městech se periodičita zvýšila, avšak ne na optimálních 2-4 údržby za rok. Jediný respondent v Brně prováděl údržbu 3x za rok.



Graf 22 - Frekvence údržby [zdroj: autor, 2024]

Dle zjištění tedy můžeme říci, že ve větších městech, kde mají nemovitosti větší hodnotu a respondenti větší informovanost o specifikaci zelené střechy, se o stav nemovitostí starají častěji.

7.7.1.3 Činnosti při údržbě

| 3. Co obnáší vaše údržba zelené střechy? | | | |
|--|----------|-------------------|----------------|
| plevelení | zalévání | vizuální kontrola | odtoky, plevel |
| 3 | 0 | 4 | 4 |

Tab. 18 - Vyhodnocení otázky č. 3 [zdroj: autor, 2024]

V případě dotazu, co provádějí respondenti při údržbě zelené střechy, byly odpovědi různorodé. Při pravidelných údržbách dotázaní odpovídali, že většinou probíhá vizuální prohlídka, kontrola odtoků, plevelení. Opět v případě větších měst docházelo spíše k plevelení a kontrole odtoků. V případě menších měst a menších ploch střech došlo nejdříve k vizuální kontrole a až po zhodnocení stavu probíhala případná údržba.



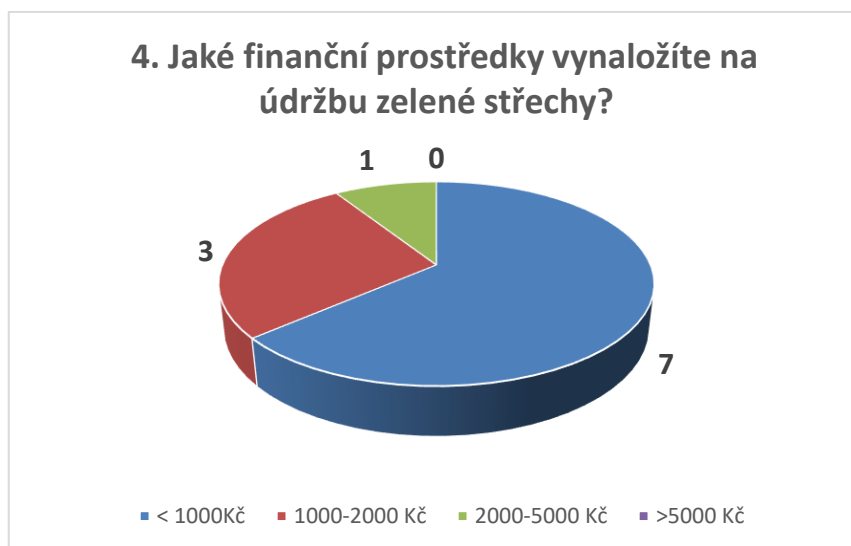
Graf 23 - Činnost při údržbě [zdroj: autor, 2024]

7.7.1.4 Finanční prostředky

| 4. Jaké finanční prostředky vynaložíte na údržbu zelené střechy? | | | |
|--|--------------|--------------|----------|
| < 1000Kč | 1000-2000 Kč | 2000-5000 Kč | >5000 Kč |
| 7 | 3 | 1 | 0 |

Tab. 19 - Vyhodnocení otázky č. 4 [zdroj: autor, 2024]

U finanční náročnosti respondenti odpovídali převážně nejnižší možností. Avšak s rostoucí plochou střechy rostly i finanční prostředky vynaložené na údržbu. Zejména si respondenti na finanční prostředky převáděli svůj strávený čas při údržbě. V případě dotazníků v Brně byly ceny údržby nejvyšší.



Graf 24 - Finanční prostředky [zdroj: autor, 2024]

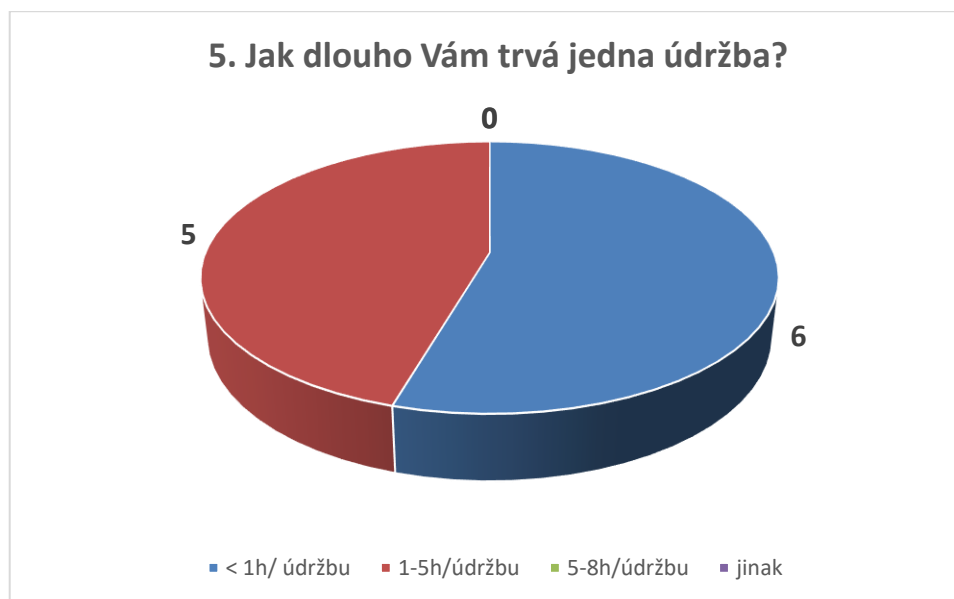
Více než 5 000 Kč za jednu údržbu však nikdo nevynaložil, můžeme říci, že důvodem bylo provedení údržby svépomocí, jelikož v případě dodavatelského provedení by cena tuto hranici atakovat mohla.

7.7.1.5 Časové prostředky

| 5. Jak dlouho Vám trvá jedna údržba? | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| < 1h/ údržbu | 1-5h/údržbu | 5-8h/údržbu | jinak |
| 6 | 5 | 0 | 0 |

Tab. 20 - Vyhodnocení otázky č. 5 [zdroj: autor, 2024]

U časové náročnosti se zejména projevoval vliv plochy střechy a typu prováděné činnosti. Při detailnější údržbě rostla i délka údržby, stejně tak jako v případě větší plochy střechy.



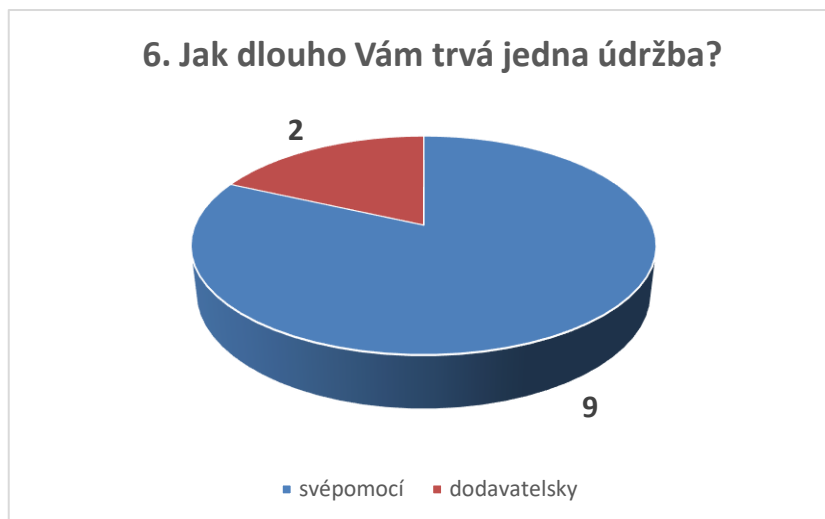
Graf 25 - Časová náročnost údržby [zdroj: autor, 2024]

7.7.1.6 Provedení údržby

| 6. Jak provádíte údržbu? | |
|--------------------------|--------------|
| svépomocí | dodavatelsky |
| 9 | 2 |

Tab. 21 - Vyhodnocení otázky č. 6 [zdroj: autor, 2024]

Ve většině případů respondenti provádí údržbu svépomocí, jen v případě dvou střech je prováděna údržba externí firmou. V těchto dvou případech se jedná také o střechy s největší finanční náročností.



Graf 26 - Způsob provedení údržby [zdroj: autor, 2024]

7.7.1.7 Plocha střechy

| 7. Jaká je plocha Vaší zelené střechy? | | | |
|--|--------|---------|----------|
| <20m ² | 20-100 | 100-500 | 500-1000 |
| 1 | 3 | 8 | 0 |

Tab. 22 - Vyhodnocení otázky č. 7 [zdroj: autor, 2024]

Většina střech se nacházela na rodinných domech, tedy s plochou střechy od 110 do 250 m².



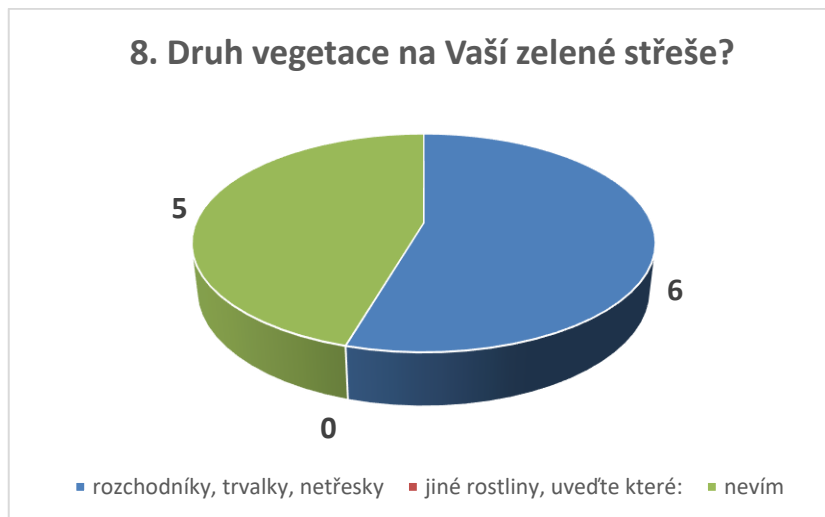
Graf 27 - Plocha zelené střechy [zdroj: autor, 2024]

7.7.1.8 Druhy vegetace

| 8. Druh vegetace na Vaší zelené střeše? | | |
|---|------------------------------|-------|
| rozchodníky, trvalky, netřesky | jiné rostliny, uveďte které: | nevím |
| 6 | 0 | 5 |

Tab. 23 - Vyhodnocení otázky č. 8 [zdroj: autor, 2024]

V případě odpovědí na druhy vegetace byla situace téměř totožná s odpověďmi na téma druhu střechy. Tedy většinou v případě, kdy respondent věděl, že se na střeše nachází extenzivní souvrství, věděl také, že se jedná o rozchodníky, trvalky atd.



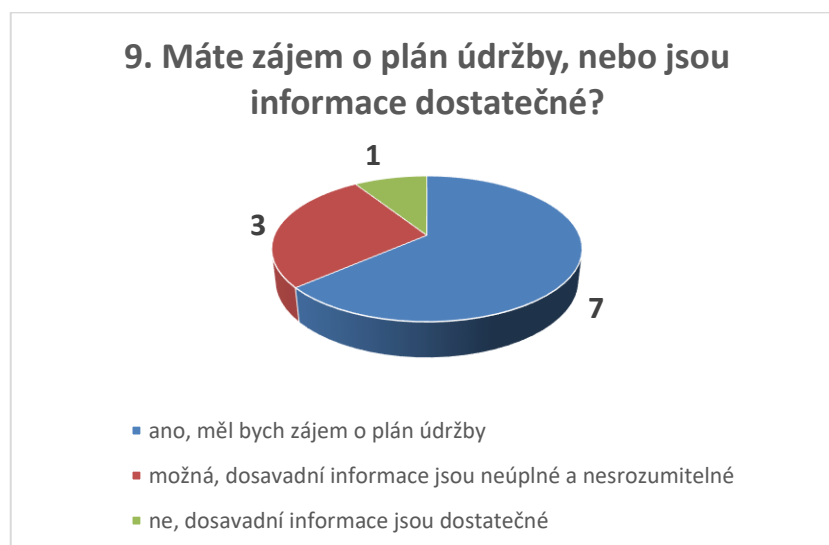
Graf 28 - Druh vegetace na zelené střeše [zdroj: autor, 2024]

7.7.1.9 Zájem o plán údržby

| 9. Máte zájem o plán údržby, nebo jsou informace dostatečné? | | |
|--|--|---|
| ano, měl bych zájem o plán údržby | možná, dosavadní informace jsou neúplné a nesrozumitelné | ne, dosavadní informace jsou dostatečné |
| 7 | 3 | 1 |

Tab. 24 - Vyhodnocení otázky č. 9 [zdroj: autor, 2024]

Při položení otázky, zda by respondent měl zájem o plán údržby, většina odpovědí zněla ano. V případě, kdy si respondent nechal provádět údržbu svépomocí, neprojevil ani zájem o plán údržby, neboť věří firmě, která údržbu provádí. Ta by měla vědět, co je součástí plánu údržby.



Graf 29 - Zájem o plán údržby [zdroj: autor, 2024]

7.7.2 Diskuse k vyhodnocení dotazníků vlastníků

Obecně lze z vyhodnocení říct, že obyvatelé větších měst investují do údržby větší finanční prostředky a jsou informovanější o tom, jaké typy střech mají a jakou vegetací střecha disponuje. Naopak u menších měst je frekvence údržby zelené střechy malá od zmíněného intervalu jednou za 2 roky až 20 let.

Velice málo se dbalo na čištění střešních vpustí. Většina z respondentů také nedostala žádný manuál ani návod na to, jak by svou zelenou střechu měli udržovat, proto většina dotázaných měla zájem o plán údržby.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

8. ZÁVĚR

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

8 ZÁVĚR

Hlavním cílem mé disertační práce bylo prozkoumat technologické procesy při realizaci, provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov. Během studia jsem měl možnost studovat všechny tři zmíněné procesy a postupem času jsem se začal zaměřovat zejména na údržbu extenzivních zelených střech. Při bližším prozkoumání nás napadlo zefektivnit proces údržby a kontroly tím, že vymyslíme zařízení pro optimálnější analýzu a údržbu skladby střechy. Na základě tohoto podnětu byl vyroben užitečný vzor, který byl úspěšně zapsán na Úřadě pro průmyslové vlastnictví. Dále se rozvíjí spolupráce s realizačními firmami, které o toto zařízení projeví zájem.

S dopomocí tohoto zařízení jsme prováděli celoroční měření skladby zelených střech na Mateřské škole Řezáčova a na polyfunkčním objektu Bratislavská. Probíhal paralelně i sběr dat klimatických podmínek jako byla teplota, vlhkost, rychlost větru, úhrny srážek aj. Na základě těchto dat jsem sestavil soubor grafů, které nám přiblížily procesy, jež se v průběhu roku ve skladbě zelené střechy odehrávají.

S přihlédnutím k tématu údržby byla také provedena rešerše stávající literatury, která vypovídá o četnosti provádění údržby. Z informací poskytnutých německou normou FLL vyplývá, jaké činnosti by se optimálně měly na zelené střeše provádět. Stejně tak příručka pro údržbu od společnosti DEK uvádí, jaké činnosti se provádějí na zelených střechách. S otazníkem však byl prezentován fakt, kdy má údržba být optimálně provedena a na základě jakých dat. Tomuto závěru jsem se po dobu studia snažil dopátrat.

Po vyhodnocení grafů jsem došel k závěru, že pokud se jedná o dlouhodobou údržbu, měla by být prováděna ideálně 2x za rok v období měsíce dubna, kdy začíná střecha kvést a bujet. Druhá údržba by měla být prováděna v období měsíce října, kdy postupně dochází k odumírání rostlin a je zde větší riziko nahromadění částic, které by mohly způsobit zanesení vpustí. Údržba by se také měla provádět s delší odmlkou po dešťových přeháňkách, aby nedošlo k přílišnému porušení vegetace či skladby střechy.

Pokud se jedná o údržbu v rámci prvního roku, je zde potřeba provádět údržbu minimálně 4x ročně a v případech vyšších teplot a absence dešťů je třeba střechy vystavené podobnému stavu dostatečně zalévat, aby došlo k úspěšnému zakoření vegetace do substrátu a využití tak hydroakumulační vrstvy. Fakt, že se jedná o „bezúdržbové“ střechy, nezahrnuje okolnost velkých veder, kdy sedum dostatečně nezakoření a následně může být při nepříznivých klimatických a větrných podmínkách vytrženo nebo jinak poničeno.

Výstupem disertační práce je přiložený nově vytvořený technologický předpis pro údržbu extenzivní zelené střechy.

Disertační práce si také kladla za cíl stanovit závislost, která byla určena na základě analýzy měřených hodnot jednoho roku. Jednalo se zejména o závislosti množství srážek, teplot, rychlosti větru a vlhkosti na hmotnost skladby zelené střechy, která byla měřena pomocí kontrolního segmentu.

Obohacení stavební praxe bylo vytvoření vhodného plánu údržby jak pro realizační firmy, tak pro soukromé investory, kteří si provádí údržbu zelené střechy svépomocí. Zájem o takovýto plán projevila již firma zaměřující se na realizace zelených střech v Brně.

Dalším přínosem pro stavební praxi je také implementace kontrolního segmentu, který byl při studiu vynalezen a zapsán na Úřad pro průmyslové vlastnictví.

Dosavadní poznání se dále může prohlubovat v problematice extrémních klimatických podmínek, které jsou v době zhoršující se klimatické krize častější. Toto poznání začali zkoumat již moji kolegové z ústavu a data, které jsem v průběhu studia naměřil, budou sloužit k dalším hodnotným výzkumům.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ZELENÉ STŘECHY – Naděje pro budoucnost II. Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s. 9/2016. [cit. 2024-04-02] Dostupné z: https://www.zelenestrechy.info/media/_file/359/Publikace%20ZELENE%20STRECHY_DEF.pdf
- [2] STAVEBNÍ DENÍK STAVBY - zahradní architektonická firma Purkyňova 71/99, 612 00 Brno-Královo Pole[necitováno]
- [3] Zelené střechy: šance pro budoucnost. ASB – Architektura, stavebnictví byznys. Praha. 2017 [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strecha/zelene-strechy-sance-pro-budoucnost>
- [4] Intenzivní zelené střechy. Robustní zelená střecha pro vaši stavbu. Greenvia Brno. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://www.greenvia.cz/cs/intenzivni-zelene-strechy/>
- [5] ZELENÉ STŘECHY – JEJICH SKLADBA A DETAILS. COLEMAN S.I., a.s. Vsetín. [cit. 2024-04-21] Dostupné z: <https://www.coleman.cz/clanky/zelene-strechy-jejich-skladba-a-details>
- [6] KONSTRUKCE A POUŽITÍ PÁSU, PŘÍKLADY UPLATNĚNÍ. DEK a.s. Praha. [cit. 2024-04-22] Dostupné z: <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/elastek-50-garden>
- [7] ISOVER – KATALOG PRODUKŮ. MINERALNÍ VLNY. Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., Praha. [cit. 2024-04-22] Dostupné z: <https://www.isover.cz/produkty/mineralni-vlna/isover-xh#descriptions>
- [8] Heat Island effect. United States Environmental Protection Agency [online]. Environmental Protection Agency 1200 Pennsylvania Avenue, N.W. Washington, DC 20460: Environmental Protection Agency, 2019 [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/heat-islands>
- [9] ZELENÁ STŘECHA: ZNÁTE JEJÍ NEJVĚTŠÍ VÝHODY A NEVÝHODY? FOLZA. Brno. 2022. [cit. 2024-04-22] Dostupné z: <https://www.folza.cz/2022/06/05/zelena-strecha-znate-jeji-nejvetsi-vyhody-a-nevyhody/>
- [10] VEGETAČNÍ STŘECHY GREENDEK. DEK a.s. Praha. [cit. 2024-04-22] Dostupné z: https://dokumenty.atelier-dek.cz/pro-dek-0013_vegetacni-strechy-greendek.pdf
- [11] FLL Dachbegrünungsrichtlinie, kolektiv autorů Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. Bonn. 2018 [cit. 2024-04-22] s. 94-95
- [12] Denní úhrny srážek 2023. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2024. [cit. 2024-02-15] Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>
- [13] Průměrná denní relativní vlhkost vzduchu 2023. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2020. [cit. 2024-02-15] Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>
- [14] Průměrná denní rychlost větru 2023. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2020 [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>
- [15] Průměrná denní teplota vzduchu 2023. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2020 [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>
- [16] Mapy charakteristik klimatu: Dlouhodobý průměr 1961–1990 průměrná roční teplota vzduchu. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2020. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky_klimatu/img/t6190.gif

- [17] Dlouhodobý průměr 1981–2010 průměrná roční teplota vzduchu. In: Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha: ČHMÚ, 2020. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky_klimatu/img/T8110.gif
- [18] P. Selník, D. Bečkovský, T. Rebrova, Využitá textilního recyklátu v konstrukci zelených střech (Novopress s.r.o., Brno, 2018) [necitováno]
- [19] Kelly Luckett; Green Roof Construction and Maintenance (The McGraw-Hull Companies, Inc. 2009) [necitováno]
- [20] Úřad pro průmyslové vlastnictví – Rešeršní databáze – Patenty a užité vzory – PUV 2021-39399, Brno 2022. [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://isdv.upv.gov.cz/webapp/!resdb.pta.frm>
- [21] Fluke – Akustické a termální zobrazování – Termokamery – Termokamera Fluke Ti450 – Praha 2024. [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://www.fluke.com/cs-cz/produkt/termokamery/ti450>

10 PUBLIKOVANÉ ČLÁNKY

2024

JÍLEK, J. Analysis of the humidity of the green roof during the year. JUNIORSTAV 2024 – 26th international scientific conference on civil engineering. Pod Nemocnicí 590/23, 625 00 Brno: ECON publishing, s.r.o., 2024. s. 6. ISBN 978-80-86433-83-7.

2023

JÍLEK, J.; MOHAPL, M. Thermography of the extensive green roof of multifunctional building Brno. 8th World Multidisciplinary civil engineering – architecture – urban planning symposium 2023. Sokola Tupy 1099/1 709 00 Ostrava - M. Hory, 2023. s. 6.

JÍLEK, J.; PORWISZ, O.; MOHAPL, M. Condition of the extensive green roof of the Brno-Komín Kindergarten in winter 2 years after implementation. The 15th International Scientific Conference of Civil and Environmental Engineering for the PhD. Students and Young Scientists – Young Scientist 2023 (YS23). s. 8.

JÍLEK, J.; MOHAPL, M. Thermography of the Extensive Green Roof of the Brno-Komín Kindergarten. 8th World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium – WMESS 2023 s. 8. Praha 2023.

JÍLEK, J.; PORWISZ, O.; PRŮCHA, A. Analýza revitalizace vegetační vrstvy na objektu v Bohunicích. JUNIORSTAV 2023 - 25. mezinárodní doktorská konference stavebního inženýrství. 1. Pod Nemocnicí 590/23, 625 00 Brno: ECON publishing, s.r.o., 2023. s. 149-154. ISBN: 978-80-86433-80-6.

JÍLEK, J.; PORWISZ, O.; PRŮCHA, A. Zkušební postupy pro vyhodnocení spolehlivosti lepeného spoje mezi klempířským prvkem a fasádním souvrstvím. Juniorstav 2023, 25. mezinárodní doktorská konference stavebního inženýrství. 1. Pod Nemocnicí 590/23, 62500 Brno: ECON publishing, s.r.o., 2023. s. 163-168. ISBN: 978-80-96433-80-6.

JÍLEK, J.; PORWISZ, O.; PRŮCHA, A. Posouzení vlivu hydroakumulační vrstvy ve skladbě zelené střechy. Juniorstav 2023, 25. mezinárodní doktorská konference stavebního inženýrství. 1. Pod Nemocnicí 590/23, 62500 Brno: ECON publishing, s.r.o., 2023. s. 158-163. ISBN: 978-80-96433-80-6..

2022

JÍLEK, J. Analýza realizace zelené střechy na mateřské škole Brno-Komín. JUNIORSTAV 2022 24. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí. ECON publishing, s.r.o. Pod Nemocnicí 590/23, 625 00 Brno: 2022. s. 92-97. ISBN: 978-80-86433-76-9.

JÍLEK, J.; MOHAPL, M. Effect of Green Roof on Costs Operating. AIP Conference Proseedings. 2022.

JÍLEK, J.; MOHAPL, M. Analysis of the Reconstruction of a Green Roof on a Multifunctional Building in Brno. In AIP Conference Proceedings. AIP conference proceedings. American Institute of Physics Inc., 2022. ISSN: 0094-243X.

JÍLEK, J.; MOHAPL, M.; PORWISZ, O. Vliv typu zelené střechy na provozní náklady v době energetické krize. Buildustry, 2022, roč. VI, č. 2, s. 12-16. ISSN: 2454-0382.

2021

JÍLEK, J.; MOHAPL, M.; HEJL, M. Analysis of time consumption for extensive green roof realization. 2021.

JÍLEK, J. Přesuny hmot v souvislosti s realizací zelených střech. Sborník příspěvků 23. odborné konference doktorského studia s mezinárodní účastí JUNIORSTAV 2021. Brno: 2021. s. 105-112. ISBN: 978-80-86433-75-2.

LUKÁŠKOVÁ, J.; MOHAPL, M.; JÍLEK, J. Analýza spotřeby energií při výstavbě bytových domů, porovnání dvou etap výstavby. Buildustry, 2021, roč. 2, č. 2, s. 94-102. ISSN: 2454-0382.

11 PODPORA VÝZKUMU

Seznam specifických výzkumů:

2024

Inovativní přístupy ke zvýšení efektivity stavebnictví a provádění zelené infrastruktury, zahájení: 01.03.2024, ukončení: 28.02.2025

2023

Výzkum hydrologických poměrů při provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov, zahájení: 01.03.2023, ukončení: 28.02.2024

2022

Technologie lepení klempířských prvků na povrch fasád s ETICS, zahájení: 01.03.2022, ukončení: 28.02.2023

2021

Analýza stavebně-technologických procesů při realizaci, provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov, zahájení: 01.03.2021, ukončení: 28.02.2022

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1 - Příklad extenzivní zelené střechy | 13 |
| Obr. 2 - Příklad semiintenzivní zelené střechy | 14 |
| Obr. 3 - Příklad intenzivní zelené střechy | 15 |
| Obr. 4 - Asfaltový pás odolný proti prorůstání kořínků | 16 |
| Obr. 5 - Příklad tepelné izolace s vysokou pevností v tlaku | 17 |
| Obr. 6 - Příklad separačního geotextílie | 18 |
| Obr. 7 - Hydroakumulační vrstva zelené střechy | 18 |
| Obr. 8 - Příklad filtrační vrstvy – nopová fólie s nakaširovanou geotextílií | 19 |
| Obr. 9 - Substrátová směs pro extenzivní zelené střechy | 20 |
| Obr. 10 - Druhy vegetace podle mocnosti substrátové vrstvy | 20 |
| Obr. 11 - Příklad vegetační vrstvy ve formě předpěstovaných koberců | 21 |
| Obr. 12 - Diagram efektu tepelného ostrova ve městě | 23 |
| Obr. 13 - Rizikové body po opravě hydroizolace | 32 |
| Obr. 14 - Dokončená extenzivní zelená střecha MŠ Řezáčova 3 | 33 |
| Obr. 15 - Původní stav extenzivní zelené střechy objektu Bratislavská 22 | 33 |
| Obr. 16 - Výsledek revitalizace zelené střechy objektu Bratislavská 22 | 34 |
| Obr. 17 - Extenzivní zelená střecha budovy Red Hat | 35 |
| Obr. 18 - Zkušební model extenzivní zelené střechy na AdMAS | 35 |
| Obr. 19 – Výrobní model základny kontrolního vyjímatelného segmentu | 43 |
| Obr. 20 - Vyrobená základna ke kontrolnímu segmentu | 43 |
| Obr. 21 – Výrobní model vyjímatelného segmentu | 44 |
| Obr. 22 - Vyrobený prototyp vyjímatelného segmentu | 44 |
| Obr. 23 - Foto z průběhu výroby | 45 |
| Obr. 24 - Prototyp vyjímatelného kontrolního segmentu | 45 |
| Obr. 25 - Kontrolní segment s hydroakumulační vrstvou | 46 |
| Obr. 26 - Segment implementovaný do skladby zelené střechy | 46 |
| Obr. 27 - Kontrolní segment se zasazenou vegetací | 47 |
| Obr. 28 - Detail kontrolního segmentu po 7 měsících ve skladbě | 47 |
| Obr. 29 - Implementace kontrolního segmentu na MŠ Řezáčova 3 | 48 |
| Obr. 30 - Implementace kontrolního segmentu na budově Bratislavská 22 | 48 |
| Obr. 31 - Implementace kontrolního segmentu na budově společnosti Red Hat | 49 |
| Obr. 32 - Stativ na měření kontrolních segmentů | 49 |
| Obr. 33 - Úvodní list užitého vzoru – viz příloha | 50 |
| Obr. 34 - Ukázka tabulky s naměřenými daty – viz soubor příloh | 51 |
| Obr. 35 - Kontrola stavu v březnu 2023 | 55 |
| Obr. 36 - Porovnání vegetační a šterkové vrstvy | 56 |
| Obr. 37 - Termosnímek střešní vpusti | 56 |
| Obr. 38 - Termosnímek průduchů ventilace | 57 |
| Obr. 39 - Termosnímek kontrolního segmentu | 57 |
| Obr. 40 - Termosnímek zelené střechy MŠ Řezáčova | 58 |
| Obr. 41 - Detail ventilační šachty vzduchotechniky | 59 |
| Obr. 42 - Termosnímek kontrolního segmentu MŠ Řezáčova | 59 |
| Obr. 43 - Termokamera Fluke Ti450 | 60 |
| Obr. 44 - Zahájení pracovních činností 1.dne | 62 |
| Obr. 45 - Hliníkové profily oddělující kamenivo a substrát | 62 |
| Obr. 46 - Střecha před dosypáním substrátu | 63 |
| Obr. 47 - Kladení vegetačních koberců | 63 |

| | |
|---|----|
| Obr. 48 - Dokončená zelené střecha Bratislavská 22 | 64 |
| Obr. 49 - Původní stav ZS Bohunice | 65 |
| Obr. 50 - Původní skladba ZS Bohunice | 66 |
| Obr. 51 - Obsypaná střešní vpust..... | 66 |
| Obr. 52 - Příprava podkladu pro položení vegetační vrstvy | 67 |
| Obr. 53 - Finální vzhled ZS Bohunice..... | 67 |
| Obr. 54 - Příprava experimentálního modelu | 69 |
| Obr. 55 - Dokončená zkušební střecha s finální vrstvou substrátu..... | 70 |
| Obr. 56 - Rastr pro simulaci normového deště | 70 |
| Obr. 58 - Měřidlo průtoku..... | 71 |
| Obr. 57 - Měřicí zařízení..... | 71 |
| Obr. 59 - Zahájení simulace normového deště | 71 |
| Obr. 60 - Ukázka anonymního dotazníku údržby | 80 |

13 SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1 - Skladba extenzivní zelené střechy MŠ Řezáčova 3 | 32 |
| Tab. 2 - Původní skladba zelené střechy objektu Bratislavská 22..... | 34 |
| Tab. 3 - Původní skladba ZS Bratislavská..... | 61 |
| Tab. 4 - Optimalizovaná skladba ZS Bratislavská..... | 61 |
| Tab. 5 - Skladba střechy č. 1..... | 69 |
| Tab. 6 - Skladba střechy č. 2..... | 70 |
| Tab. 7 - Vyhodnocení otázky č. 1 | 73 |
| Tab. 8 - Vyhodnocení otázky č. 2..... | 73 |
| Tab. 9 - Vyhodnocení otázky č. 3..... | 74 |
| Tab. 10 - Vyhodnocení otázky č. 4..... | 75 |
| Tab. 11 - Vyhodnocení otázky č. 5..... | 76 |
| Tab. 12 - Vyhodnocení otázky č. 6..... | 76 |
| Tab. 13 - Vyhodnocení otázky č. 7..... | 77 |
| Tab. 14 - Vyhodnocení otázky č. 8..... | 78 |
| Tab. 15 - Vyhodnocení otázky č. 9..... | 78 |
| Tab. 16 - Vyhodnocení otázky č. 1 | 80 |
| Tab. 17 - Vyhodnocení otázky č. 2..... | 81 |
| Tab. 18 - Vyhodnocení otázky č. 3..... | 81 |
| Tab. 19 - Vyhodnocení otázky č. 4..... | 82 |
| Tab. 20 - Vyhodnocení otázky č. 5..... | 83 |
| Tab. 21 - Vyhodnocení otázky č. 6..... | 83 |
| Tab. 22 - Vyhodnocení otázky č. 7..... | 84 |
| Tab. 23 - Vyhodnocení otázky č. 8..... | 84 |
| Tab. 24 - Vyhodnocení otázky č. 9..... | 85 |

14 SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1 - Graf závislosti srážek na hmotnost segmentu MŠ Řezáčova..... | 52 |
| Graf 2 - Graf závislosti srážek na hmotnost segmentu Bratislavská 22 | 52 |
| Graf 3 - Graf závislosti relativní vlhkosti na hmotnost segmentu MŠ Řezáčova..... | 53 |
| Graf 4 - Graf závislosti relativní vlhkosti na hmotnost segmentu Bratislavská 22 | 53 |
| Graf 5 - Závislost průměrných denních teplot na hmotnosti segmentů Brno-Komín | 53 |
| Graf 6 - Závislost průměrných denních teplot na hmotnosti segmentů Bratislavská 22 | 53 |
| Graf 7- Závislost průměrné rychlosti větru na hmotnosti segmentů Brno-Komín | 54 |
| Graf 8- Závislost průměrné rychlosti větru na hmotnosti segmentů Bratislavská 22..... | 54 |
| Graf 9 - Časový model průběhu prací | 64 |
| Graf 10 - Časový model prací..... | 68 |
| Graf 11 - Naměřené hodnoty odtoků ze střech | 72 |
| Graf 12 - Typ zelených střech..... | 73 |
| Graf 13 - Frekvence údržby | 74 |
| Graf 14 - Činnosti při údržbě | 75 |
| Graf 15 - Finanční prostředky | 75 |
| Graf 16 - Doba údržby | 76 |
| Graf 17 - Způsob provedení údržby | 77 |
| Graf 18 - Plocha udržovaných střech..... | 77 |
| Graf 19 - Druh vegetace zelených střech..... | 78 |
| Graf 20 - Zájem o plán údržby zelených střech..... | 79 |
| Graf 21 - Typ zelených střech..... | 80 |
| Graf 22 - Frekvence údržby | 81 |
| Graf 23 - Činnost při údržbě | 82 |
| Graf 24 - Finanční prostředky..... | 82 |
| Graf 25 - Časová náročnost údržby | 83 |
| Graf 26 - Způsob provedení údržby..... | 84 |
| Graf 27 - Plocha zelené střechy | 84 |
| Graf 28 - Druh vegetace na zelené střeše | 85 |
| Graf 29 - Zájem o plán údržby..... | 85 |

15 Přílohy

P1 – Technologický předpis údržby extenzivní zelené střechy

P2 – Tabulky naměřených hodnot

P3 – Grafy závislostí přírodních vlivů na hmotnost segmentu

P4 – Dokument Úřadu pro průmyslové vlastnictví – zařízení pro kontrolu ZS

P5 – Dotazník údržby extenzivní zelené střechy



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

TECHNOLOGICKÝ PŘEDPIS PRO ÚDRŽBU EXTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY

TECHNOLOGICAL REGULATION FOR THE MAINTENANCE OF THE EXTENSIVE GREEN
ROOF

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

Obsah

| | |
|--|---|
| Obsah | 2 |
| 1 Technologický předpis pro údržbu extenzivní zelené střechy | 3 |
| 1.1 Obecné informace o stavbě a procesu | 3 |
| 1.1.1 Obecné informace o stavbě | 3 |
| 1.1.2 Obecné informace o procesu | 3 |
| 1.1.3 Potřebné nářadí | 3 |
| 1.1.4 Doprava materiálu | 3 |
| 1.2 Převzetí a připravenost | 3 |
| 1.2.1 Převzetí pracoviště | 3 |
| 1.2.2 Připravenost pracoviště | 3 |
| 1.3 Pracovní podmínky | 4 |
| 1.3.1 Obecné pracovní podmínky | 4 |
| 1.3.2 Pracovní podmínky procesu | 4 |
| 1.3.3 Podmínky pro pracovníky | 4 |
| 1.4 Četnost údržby | 4 |
| 1.4.1 Raná údržba | 4 |
| 1.4.2 Dlouhodobá údržba | 4 |
| 1.5 Pracovní postupy | 5 |
| 1.6 Personální obsazení | 5 |
| 1.7 Stroje a pracovní pomůcky | 5 |
| 1.8 Jakost, kontrola | 6 |
| 1.8.1 Vstupní kontrola | 6 |
| 1.8.2 Mezioperační kontrola | 6 |
| 1.8.3 Výstupní kontrola | 6 |
| 1.9 Bezpečnost práce | 6 |
| 1.9.1 Práce ve výškách | 6 |
| 1.10 Nakládání s odpady | 7 |
| 2 Seznam použitých zdrojů a literatury | 7 |

1 Technologický předpis pro údržbu extenzivní zelené střechy

1.1 Obecné informace o stavbě a procesu

1.1.1 Obecné informace o stavbě

Zjištění informací o stavbě, na které se bude provádět údržba zelené střechy před zahájením prací, je základním úkolem osoby provádějící údržbu. Jedná se zejména o zjištění přístupnosti na střešní konstrukci, její bezpečnost, zda se na střeše nachází zachytý systém a jaké bezpečnostní prvky je třeba s sebou mít k zajištění plynulosti a vhodnosti pracovních procesů.

1.1.2 Obecné informace o procesu

Před zahájením prací je nejdříve potřeba si zjistit o jaký typ vegetační střechy se jedná. Rozeznáváme 3 základní typy. My se však zabýváme údržbou extenzivní zelené střechy, která má ze všech typů zelených střech nejmenší tloušťku substrátové a vegetační vrstvy.

1.1.3 Potřebné nářadí

Primární dopravou se rozumí přesun nářadí potřebného k provedení řádné údržby extenzivní zelené střechy.

K údržbě bude třeba standardní zahradnické nářadí jako jsou hrabě, menší motyčka, lopata, zahradnické nůžky, pytel na případný plevel.

1.1.4 Doprava materiálu

Na základě provedené údržby je možné, že bude třeba doplnit chybějící materiál na zelené střeše, jedná se zejména o substrát, hnojivo, případně šterkový obsyp. Tento materiál však bude objasněn až na základě první prohlídky a po základním provedení údržby. Tento materiál pak v závislosti na objemu můžeme na střechu transportovat pomocí kbelíků či menších pytlů. Objemnější materiál je vhodnější přesouvat za pomoci dvou pracovníků, aby nedošlo ke zranění.

1.2 Převzetí a připravenost

1.2.1 Převzetí pracoviště

Převzetí udržované střechy je třeba provést mezi investorem a osobou provádějící údržbu střechy.

Před zahájením je třeba zajistit základní fotodokumentaci střechy. Zejména je třeba zachytit stav střešních spustí, obvodových konstrukcí, atik, šachet, komínů, elektroinstalace a jiných těles, která se na střeše nacházejí. V případě výskytu jakýchkoli viditelných vad či poruch je neprodleně třeba kontaktovat majitele střechy a informovat ho o stávajícím stavu.

1.2.2 Připravenost pracoviště

Před realizací údržby je třeba, aby na střeše nebylo žádné zařízení třetích stran. Zejména se může jednat o provizorní nábytek, jiné nářadí, skladovaný materiál či jiné

věci bránící bezvadnému provedení údržby. Dále je nutné, aby pracovník údržby znal pozici připojení na elektrickou energii a na přívod vody.

1.3 Pracovní podmínky

1.3.1 Obecné pracovní podmínky

Pracovní podmínky musí být v souladu s platnými bezpečnostními předpisy a vyhláškami.

1.3.2 Pracovní podmínky procesu

Teplota vzduchu při provádění údržby není přesně specifikovaná. Při údržbě dbáme zejména na hydrometeorologické podmínky. V případě silného deště se doporučuje údržbu odložit na pozdější termín, aby nedošlo ke zbytečnému poničení vegetace vlivem nesoudržnosti podkladu. Také v případech silného deště není zaručeno dokonalé provedení údržby, které by mohlo být způsobeno lidským faktorem. Práce nesmí probíhat při větru překračujícím 8 m/s. Uvolněné konstrukce při přerušení údržby budou zajištěny proti destabilizaci.

1.3.3 Podmínky pro pracovníky

Pracovníci musí být před zahájením prací seznámeni se známým stavem střechy i případnou projektovou dokumentací, v níž pracovník nalezne místa vpustí a nedojde tak k přehlédnutí jakékoli vpustí na střeše. Dále musí být pracovník seznámen s předpisy BOZP a technologickým plánem údržby. Následně bude pracovník seznámen s nakládáním s odpady, které při provádění údržby mohou vznikat.

1.4 Četnost údržby

Údržbu extenzivních zelených střech můžeme rozdělit na dvě části. Jedná se o údržbu v raných obdobích po dokončení realizace a následně údržbu dlouhodobou.

1.4.1 Raná údržba

Rannou údržbou se rozumí údržba v prvním roce po dokončení realizace. Tato údržba se provádí 4x ročně. Při údržbě se klade důraz zejména na spojení vegetace se substrátovou vrstvou pod vegetací. Toto spojení je důležité zejména kvůli budoucí prosperitě vegetace a pevnému uchycení. Údržba je prováděna formou zalévání a hnojení celé plochy vegetace. Ve druhé polovině prvního roku od realizace probíhá také první odstranění plevelu, kontrola vpustí a vizuální prohlídka skladby. V případě, že nebude vegetace dostatečně zakořeněna po prvním roce, může tato údržba probíhat i ve druhém roce. Tento fakt je třeba prověřit s realizační firmou a zjistit případné důvody, proč se vegetaci na konstrukci nedaří úspěšně zakořenit.

1.4.2 Dlouhodobá údržba

Dlouhodobou údržbou se rozumí údržba po dostatečném zakořenění vegetačních koberců do substrátu. Jedná se tedy přibližně o období od roku po dokončení realizace a dále. Tyto údržby probíhají dvakrát ročně. První údržbu je vhodné provést v období měsíce dubna, po zimních měsících, zkontrolovat, zda nedošlo k poničení střechy, zda jsou střešní vpustí průchozí, zda střecha není napadena škůdci a není příliš zaplevelena. Druhou údržbu je vhodné provést v období měsíce října, kdy začínají odumírat části vegetace. V tuto dobu dochází k největšímu hromadění odpadních složek, a je tedy třeba

provést vyplevelení střechy, kontrolovat vpusti, očistit technologie, které se nachází na střeše, a odstranit objekty, které se na střeše nemají nalézat.

1.5 Pracovní postupy

Údržbu zelené střechy je vhodné provádět od místa nejbližšího k východu ze střechy, následně pracovník pokračuje od nejbližšího místa směrem k východu.

V případě, že se údržba provádí při kraji střechy, za kterým je volný prostor hlubší než 1,5m, je nutné, aby byl pracovník opatřen ochrannými pomůckami bránícími pádu a byl připojen na případný záchytný systém, který by se na střeše měl nalézat.

- nejdříve je třeba provést detailní vypleť rostlin, které se na zelené střeše nemají nacházet
- po kompletním vypleť je třeba pečlivě zkontrolovat stav střešních vpustí a jejich průchodnost
- po střešních vpustích následuje kontrola obvodových konstrukcí, jako jsou hliníkové profily a jiné dělicí materiály, zejména se jedná o jejich neporušenost a celistvost
- následně probíhá kontrola stavu technologií na zelené střeše, které mohou být zelenou střechou poničeny nebo jejich funkce vlivem vegetace pozbyla svou funkci – jedná se například o elektroinstalace, vedení hromosvodů, fotovoltaické panely aj.
- dále se provádí kontrola absence materiálu a případné určení množství – zejména se jedná o substrát, vegetační složku střechy, šterkový obsyp nebo jinou složku střechy
- dalším krokem je případné hnojení či zalévání střechy, pokud se jedná o střechu, která byla realizována v posledních dvou letech a stav podnebí je nevyhovující pro růst vegetace

Po vyhotovení údržby pracovník provádějící údržbu vyhotoví opět fotodokumentaci stavu po údržbě, která bude součástí protokolu o provedení údržby. Dokončení údržby pracovník ohlásí neprodleně zadavateli údržby.

1.6 Personální obsazení

Při provádění údržby je na pracovišti přítomno jen nezbytně nutné množství pracovníků. Nedoporučuje se větší kumulace lidí z bezpečnostních důvodů. Optimální počet pracovníků jsou dvě osoby. Při ploše střechy přesahující 250 m² je vhodné zvážit nasazení více pracovníků ke zrychlení pracovního procesu.

1.7 Stroje a pracovní pomůcky

Při provádění údržby musí pracovník mít základní zahradní nářadí:

- hrabě,
- menší motyčka,
- lopata,

- zahradnické nůžky,
- pytel na případný plevel.

Pokud se na střeše nachází větší porost, případně tvrdší dřeviny, používá pracovník také motorové nářadí, jako je pila, elektrické nůžky atp.

1.8 Jakost, kontrola

1.8.1 Vstupní kontrola

Kontrola bude realizována pomocí fotodokumentace nejlépe v přítomnosti zadavatele údržby. Bude se kontrolovat stav před zahájením údržby, stav střešní konstrukce vizuálně, proběhne kontrola jednotlivých částí střechy, stav střešních vpustí, stav materiálu a jeho nedostatek, kontrola technologií, kontrola bezpečnostního systému. V případě jakýchkoli pochybností budou obě strany upozorněny na zjištěný stav. Před zahájením bude pracovníkovi údržby oznámeno, kde je možnost napojení na elektrickou energii a také na přívod vody.

1.8.2 Mezioperační kontrola

V průběhu provádění údržby je třeba kontrolovat průběžně bezpečnostní systém, na kterém je pracovník uchycen, dále je vhodné kontrolovat počasí, aby v případě nepřízně pracovník stihl pracoviště bezpečně opustit. Pracovník po sobě průběžně kontroluje stav zelené střechy, kterou prošel, aby nedocházelo k většímu poškození skladby.

1.8.3 Výstupní kontrola

Provádí ji pracovník údržby společně se zadavatelem údržby. Kontroluje se zejména původně zjištěný stav v porovnání se stavem po provedení údržby. Kontrolují se zejména čisté střešní vpusti, opravené konstrukce, doplněné materiály, očištěné technologie a jiná tělesa, která byla znečištěna před zahájením údržby.

1.9 Bezpečnost práce

1.9.1 Práce ve výškách

Největším rizikem při práci ve výškách je množnost pádu z konstrukce střechy. Na střeších je nutné mít bezpečnostní jištění, které chrání osoby proti pádu. Obvykle se jedná o záchytný systém ocelových lan, které jsou umístěny po obvodu střechy a na něž se pracovníci poutají pomocí karabin a lan. Alternativou je systém jistících bodů, které jsou instalovány na určitých místech střechy. Tuto skutečnost je třeba před zahájením prací zjistit.

V případě starších střeš, kde se tento bezpečnostní systém nenachází je alternativním řešením dočasné umístění kotevních bodů, na které je pracovník povinen se uchytit. Pokud ani tato možnost není splněna je nutné, aby se pracovník ukotvil ke konstrukci, která se nalézá na střeše a je staticky schopna hmotnost udržet. Toto je nutno ověřit statickým výpočtem.

Riziko: pád z výšky

Řešení: ukotvení k bezpečnostnímu systému střechy, ukotvení k dočasnému bezpečnostnímu systému střechy, ukotvení na staticky ověřenou konstrukci střechy

1.10 Nakládání s odpady

Při nakládání s odpady bude dodržován zákon č.541/2020 Sb. zákon o odpadech a vyhláška č. 8/2021 Sb., o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů.

Odpad bude na staveništi ukládán do připravených kontejnerů, které budou pravidelně odváženy na pokyn stavbyvedoucího na skládku odpadu. Nesmí docházet k přeplnění kontejnerů a tím k znečišťování staveniště, případně nemožnosti odvozu z důvodu přetížení.

| č. odpadu | název odpadu | kat. odp. | způsob likvidace |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| 15 01 01 | Papírové a lepenkové obaly | O | odvoz do tříděného odpadu |
| 17 02 01 | Dřevo | O | odvoz do sběrného dvora |
| 17 02 03 | Plasty | O | odvoz do tříděného odpadu |
| 20 03 01 | Směsný komunální odpad | O | odvoz na skládku kom. odpadu |
| 20 02 01 | Biologicky rozložitelný odpad | O | uložení do bioodpadu |
| 20 02 02 | Zemina a kameny | O | odvoz na skládku kom. odpadu |
| 20 03 06 | Odpad z čištění kanalizace | O | odvoz na skládku kom. odpadu, příp. bioodpad |

Tab. 1 - Tabulka odpadů

2 Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] Zákon č. 309/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů č. 88/2016 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- [2] Zákon č. 183/2006 Sb. stavební zákon
- [3] Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny
- [4] Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech
- [5] Vyhláška č. 8/2021 Sb., o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů
- [6] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích v platném znění
- [7] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- [8] Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., ochrana zdraví při práci
- [9] Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí
- [10] ČSN 83 90 61 Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích
- [11] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

P2 – Tabulky naměřených hodnot

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

Stanice Brno-Žabovřesky 1.1.2023 - 31.12.2023

Střecha Komin

| Den | Srážky (mm) | Týdenní průměry srážek (mm) | Hmotnost koše (kg) | Rychlost větru (m/s) | Týdenní průměry rychlosti (m/s) | Teplota vzduchu (°C) | Týdenní průměry teploty (°C) | Relativní vlhkost (%) | Týdenní průměry vlhkosti (%) |
|------------|-------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 01.01.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 4.1 | | 92 | |
| 02.01.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 6.7 | | 96 | |
| 03.01.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 4.8 | | 92 | |
| 04.01.2023 | 0.60 | | | 1.2 | | 1.2 | | 98 | |
| 05.01.2023 | 1.40 | | | 3.2 | | 10.1 | | 68 | |
| 06.01.2023 | 0.60 | | | 0.8 | | 5.9 | | 95 | |
| 07.01.2023 | 0.10 | | | 0.9 | | 5.7 | | 93 | |
| 08.01.2023 | 0.50 | | | 1.8 | | 5.0 | | 91 | |
| 09.01.2023 | 0.80 | | | 1.3 | | 5.4 | | 92 | |
| 10.01.2023 | 0.00 | 0.57 | 25.42 | 1.2 | 1.26 | 5.8 | 5.24 | 74 | 86.00 |
| 11.01.2023 | 1.50 | | | 1.0 | | 3.2 | | 80 | |
| 12.01.2023 | 0.60 | | | 0.6 | | 5.4 | | 89 | |
| 13.01.2023 | 0.50 | | | 2.0 | | 6.2 | | 83 | |
| 14.01.2023 | 0.60 | | | 1.6 | | 5.5 | | 73 | |
| 15.01.2023 | 7.60 | | | 3.2 | | 3.8 | | 91 | |
| 16.01.2023 | 2.60 | | | 2.4 | | 2.8 | | 90 | |
| 17.01.2023 | 4.80 | 2.44 | 25.74 | 2.3 | 1.86 | 3.3 | 2.50 | 83 | 82.43 |
| 18.01.2023 | 0.20 | | | 0.8 | | 1.4 | | 92 | |
| 19.01.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 1.0 | | 74 | |
| 20.01.2023 | 1.30 | | | 1.8 | | -0.3 | | 74 | |
| 21.01.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 0.1 | | 81 | |
| 22.01.2023 | 3.80 | | | 0.9 | | 0.8 | | 87 | |
| 23.01.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 3.2 | | 81 | |
| 24.01.2023 | 0.10 | 0.56 | 25.68 | 2.6 | 1.70 | 3.1 | 1.26 | 80 | 80.00 |
| 25.01.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 1.5 | | 85 | |
| 26.01.2023 | 0.00 | | | 0.5 | | 0.2 | | 80 | |
| 27.01.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | -0.1 | | 66 | |
| 28.01.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 0.4 | | 71 | |
| 29.01.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | -2.1 | | 66 | |
| 30.01.2023 | 1.70 | | | 2.6 | | 1.1 | | 80 | |
| 31.01.2023 | 1.20 | 2.40 | 25.79 | 3.2 | 2.59 | 3.1 | 1.80 | 73 | 75.00 |
| 01.02.2023 | 7.90 | | | 3.6 | | 3.8 | | 77 | |
| 02.02.2023 | 1.00 | | | 2.6 | | 3.0 | | 72 | |
| 03.02.2023 | 5.00 | | | 2.0 | | 3.3 | | 86 | |
| 04.02.2023 | 0.00 | | | 3.5 | | 0.6 | | 62 | |
| 05.02.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | -2.9 | | 62 | |
| 06.02.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | -4.3 | | 67 | |
| 07.02.2023 | 0.00 | 0.00 | 25.87 | 2.1 | 1.63 | -3.9 | -2.74 | 69 | 67.00 |
| 08.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | -3.5 | | 72 | |
| 09.02.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | -2.8 | | 68 | |
| 10.02.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | -2.4 | | 69 | |
| 11.02.2023 | 0.20 | | | 0.7 | | 1.7 | | 77 | |
| 12.02.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 4.7 | | 79 | |
| 13.02.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 5.1 | | 78 | |
| 14.02.2023 | 0.00 | 0.19 | 25.74 | 1.5 | 1.26 | 4.4 | 3.24 | 68 | 79.86 |
| 15.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | -0.1 | | 84 | |
| 16.02.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 0.4 | | 90 | |
| 17.02.2023 | 1.10 | | | 2.0 | | 6.5 | | 83 | |
| 18.02.2023 | 1.30 | | | 2.6 | | 11.0 | | 71 | |
| 19.02.2023 | 0.10 | | | 2.2 | | 5.5 | | 76 | |
| 20.02.2023 | 0.10 | | | 2.4 | | 8.4 | | 64 | |
| 21.02.2023 | 0.00 | 0.56 | 25.23 | 2.2 | 2.00 | 9.7 | 8.24 | 66 | 74.00 |
| 22.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 7.2 | | 80 | |
| 23.02.2023 | 1.10 | | | 1.8 | | 7.6 | | 76 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 24.02.2023 | 1.30 | | | 2.0 | | 8.3 | | 85 | |
| 25.02.2023 | 0.40 | | | 3.6 | | 2.7 | | 72 | |
| 26.02.2023 | 0.10 | | | 2.0 | | 0.9 | | 65 | |
| 27.02.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 0.5 | | 53 | |
| 28.02.2023 | 0.00 | 0.07 | 24.54 | 1.1 | 1.91 | 0.7 | 1.70 | 61 | 62.71 |
| 01.03.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 2.3 | | 59 | |
| 02.03.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 2.5 | | 61 | |
| 03.03.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 2.3 | | 68 | |
| 04.03.2023 | 0.10 | | | 2.3 | | 1.9 | | 70 | |
| 05.03.2023 | 0.20 | | | 2.3 | | 2.7 | | 61 | |
| 06.03.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 2.5 | | 63 | |
| 07.03.2023 | 0.00 | 0.43 | 23.51 | 2.3 | 2.20 | 4.3 | 5.20 | 66 | 65.71 |
| 08.03.2023 | 0.50 | | | 2.0 | | 6.5 | | 58 | |
| 09.03.2023 | 0.20 | | | 2.9 | | 9.5 | | 74 | |
| 10.03.2023 | 2.00 | | | 2.2 | | 9.0 | | 68 | |
| 11.03.2023 | 0.10 | | | 3.3 | | 1.3 | | 72 | |
| 12.03.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 3.6 | | 60 | |
| 13.03.2023 | 0.10 | | | 2.8 | | 8.9 | | 65 | |
| 14.03.2023 | 1.20 | 0.20 | 22.65 | 1.0 | 2.03 | 7.8 | 4.64 | 82 | 63.57 |
| 15.03.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 3.6 | | 60 | |
| 16.03.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 2.1 | | 59 | |
| 17.03.2023 | 0.00 | | | 2.8 | | 5.2 | | 47 | |
| 18.03.2023 | 0.00 | | | 2.7 | | 7.1 | | 43 | |
| 19.03.2023 | 0.10 | | | 1.0 | | 7.7 | | 58 | |
| 20.03.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 11.1 | | 64 | |
| 21.03.2023 | 0.00 | 0.06 | 20.83 | 0.9 | 1.56 | 11.0 | 11.29 | 63 | 59.14 |
| 22.03.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 13.6 | | 59 | |
| 23.03.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 14.7 | | 57 | |
| 24.03.2023 | 0.30 | | | 1.2 | | 13.8 | | 70 | |
| 25.03.2023 | 0.30 | | | 2.0 | | 9.3 | | 67 | |
| 26.03.2023 | 0.40 | | | 1.7 | | 7.5 | | 71 | |
| 27.03.2023 | 1.30 | | | 1.9 | | 2.8 | | 75 | |
| 28.03.2023 | 1.30 | 1.71 | 19.34 | 2.8 | 1.79 | 1.5 | 5.90 | 57 | 72.00 |
| 29.03.2023 | 0.30 | | | 1.9 | | 4.5 | | 59 | |
| 30.03.2023 | 6.30 | | | 1.4 | | 7.7 | | 86 | |
| 31.03.2023 | 2.10 | | | 0.8 | | 8.0 | | 89 | |
| 01.04.2023 | 0.70 | | | 1.7 | | 9.4 | | 72 | |
| 02.04.2023 | 0.90 | | | 1.8 | | 6.7 | | 72 | |
| 03.04.2023 | 0.00 | | | 3.1 | | 2.8 | | 52 | |
| 04.04.2023 | 0.00 | 1.44 | 20.13 | 2.9 | 2.00 | 1.0 | 4.47 | 46 | 60.14 |
| 05.04.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 1.9 | | 52 | |
| 06.04.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 4.9 | | 52 | |
| 07.04.2023 | 8.50 | | | 2.0 | | 4.6 | | 75 | |
| 08.04.2023 | 0.40 | | | 0.7 | | 4.5 | | 86 | |
| 09.04.2023 | 4.00 | | | 1.5 | | 6.6 | | 80 | |
| 10.04.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 8.0 | | 76 | |
| 11.04.2023 | 5.30 | 8.16 | 23.25 | 0.9 | 1.23 | 4.7 | 6.83 | 94 | 82.14 |
| 12.04.2023 | 1.00 | | | 2.0 | | 8.9 | | 59 | |
| 13.04.2023 | 23.40 | | | 1.2 | | 7.2 | | 85 | |
| 14.04.2023 | 23.00 | | | 1.4 | | 7.9 | | 95 | |
| 15.04.2023 | 0.70 | | | 2.5 | | 7.3 | | 85 | |
| 16.04.2023 | 0.10 | | | 1.7 | | 10.4 | | 72 | |
| 17.04.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 12.6 | | 62 | |
| 18.04.2023 | 0.80 | 0.46 | 23.72 | 2.8 | 2.10 | 12.6 | 10.94 | 60 | 67.86 |
| 19.04.2023 | 1.50 | | | 1.3 | | 9.1 | | 73 | |
| 20.04.2023 | 0.10 | | | 3.1 | | 12.4 | | 62 | |
| 21.04.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 12.2 | | 61 | |
| 22.04.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 13.6 | | 53 | |
| 23.04.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 15.6 | | 56 | |
| 24.04.2023 | 0.30 | | | 1.7 | | 12.0 | | 71 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 25.04.2023 | 3.40 | 0.64 | 20.24 | 1.1 | 1.61 | 8.8 | 10.80 | 70 | 58.86 |
| 26.04.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 6.8 | | 54 | |
| 27.04.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 8.5 | | 48 | |
| 28.04.2023 | 0.80 | | | 2.4 | | 10.3 | | 60 | |
| 29.04.2023 | 12.10 | | | 1.3 | | 11.5 | | 92 | |
| 30.04.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 12.4 | | 58 | |
| 01.05.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 13.6 | | 54 | |
| 02.05.2023 | 1.00 | 1.87 | 20.33 | 0.6 | 1.66 | 12.5 | 13.14 | 77 | 62.86 |
| 03.05.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 13.2 | | 58 | |
| 04.05.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 13.8 | | 46 | |
| 05.05.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 15.0 | | 55 | |
| 06.05.2023 | 3.60 | | | 1.3 | | 14.4 | | 81 | |
| 07.05.2023 | 0.00 | | | 2.9 | | 11.1 | | 67 | |
| 08.05.2023 | 0.00 | | | 3.4 | | 10.8 | | 50 | |
| 09.05.2023 | 0.00 | | | 2.6 | | 12.5 | | 51 | |
| 10.05.2023 | 0.00 | 0.19 | 16.05 | 5.4 | 2.77 | 15.2 | 12.84 | 51 | 59.00 |
| 11.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 15.0 | | 50 | |
| 12.05.2023 | 1.20 | | | 1.4 | | 11.9 | | 76 | |
| 13.05.2023 | 0.10 | | | 2.3 | | 13.4 | | 68 | |
| 14.05.2023 | 13.50 | | | 1.6 | | 11.5 | | 88 | |
| 15.05.2023 | 1.70 | | | 1.1 | | 12.7 | | 83 | |
| 16.05.2023 | 11.10 | 4.44 | 19.42 | 1.7 | 2.04 | 12.3 | 11.97 | 89 | 78.00 |
| 17.05.2023 | 4.60 | | | 2.5 | | 9.7 | | 81 | |
| 18.05.2023 | 0.10 | | | 3.3 | | 11.3 | | 63 | |
| 19.05.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 12.9 | | 74 | |
| 20.05.2023 | 0.10 | | | 2.0 | | 18.3 | | 64 | |
| 21.05.2023 | 0.10 | | | 1.6 | | 19.3 | | 65 | |
| 22.05.2023 | 4.50 | | | 1.7 | | 18.2 | | 74 | |
| 23.05.2023 | 21.60 | 3.76 | 19.72 | 0.5 | 1.67 | 15.2 | 17.10 | 93 | 69.29 |
| 24.05.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 15.2 | | 68 | |
| 25.05.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 16.4 | | 65 | |
| 26.05.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 17.1 | | 56 | |
| 27.05.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 16.5 | | 46 | |
| 28.05.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 17.0 | | 49 | |
| 29.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 18.3 | | 47 | |
| 30.05.2023 | 0.00 | 0.00 | 17.38 | 1.7 | 1.54 | 17.9 | 18.19 | 43 | 45.57 |
| 31.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 19.0 | | 40 | |
| 01.06.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 20.2 | | 45 | |
| 02.06.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 18.4 | | 49 | |
| 03.06.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 15.6 | | 44 | |
| 04.06.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 16.8 | | 53 | |
| 05.06.2023 | 2.20 | | | 2.4 | | 15.5 | | 84 | |
| 06.06.2023 | 0.50 | | | 1.1 | | 17.6 | | 84 | |
| 07.06.2023 | 0.40 | 1.49 | 15.65 | 0.3 | 1.30 | 18.8 | 17.64 | 77 | 77.14 |
| 08.06.2023 | 0.30 | | | 0.8 | | 18.7 | | 79 | |
| 09.06.2023 | 7.00 | | | 0.9 | | 16.6 | | 93 | |
| 10.06.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 19.5 | | 70 | |
| 11.06.2023 | 0.00 | | | 3.6 | | 19.7 | | 55 | |
| 12.06.2023 | 0.00 | | | 3.2 | | 18.1 | | 43 | |
| 13.06.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 16.8 | | 50 | |
| 14.06.2023 | 0.00 | 0.00 | 15.06 | 1.2 | 2.06 | 16.5 | 17.94 | 54 | 53.86 |
| 15.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 18.1 | | 60 | |
| 16.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 18.3 | | 56 | |
| 17.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 18.1 | | 59 | |
| 18.06.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 20.7 | | 51 | |
| 19.06.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 23.1 | | 52 | |
| 20.06.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 25.9 | | 53 | |
| 21.06.2023 | 2.80 | 0.40 | 14.92 | 0.6 | 1.71 | 23.1 | 22.96 | 71 | 59.43 |
| 22.06.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 26.0 | | 63 | |
| 23.06.2023 | 0.00 | | | 2.9 | | 23.2 | | 57 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 24.06.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 18.7 | | 69 | |
| 25.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 22.9 | | 50 | |
| 26.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 24.6 | | 50 | |
| 27.06.2023 | 0.90 | | | 1.6 | | 17.4 | | 66 | |
| 28.06.2023 | 0.00 | 0.13 | 14.85 | 2.5 | 1.67 | 18.3 | 21.39 | 53 | 53.57 |
| 29.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 21.7 | | 46 | |
| 30.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 22.0 | | 55 | |
| 01.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 22.8 | | 55 | |
| 02.07.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 21.2 | | 48 | |
| 03.07.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 22.7 | | 46 | |
| 04.07.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 22.8 | | 45 | |
| 05.07.2023 | 1.30 | 0.19 | 14.79 | 1.5 | 1.76 | 20.7 | 21.93 | 63 | 48.29 |
| 06.07.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 20.2 | | 53 | |
| 07.07.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 22.4 | | 42 | |
| 08.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 23.5 | | 41 | |
| 09.07.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.9 | | 35 | |
| 10.07.2023 | 0.20 | | | 2.5 | | 23.5 | | 55 | |
| 11.07.2023 | 0.10 | | | 1.0 | | 25.7 | | 50 | |
| 12.07.2023 | 0.00 | 0.57 | 15.1 | 0.7 | 1.76 | 25.8 | 25.27 | 53 | 49.00 |
| 13.07.2023 | 3.70 | | | 2.3 | | 24.2 | | 55 | |
| 14.07.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.2 | | 50 | |
| 15.07.2023 | 0.00 | | | 2.6 | | 27.6 | | 45 | |
| 16.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 28.6 | | 45 | |
| 17.07.2023 | 8.20 | | | 0.9 | | 25.5 | | 50 | |
| 18.07.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.0 | | 39 | |
| 19.07.2023 | 0.00 | 1.73 | 15.69 | 1.8 | 1.41 | 24.4 | 23.80 | 47 | 49.14 |
| 20.07.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 21.9 | | 47 | |
| 21.07.2023 | 3.90 | | | 1.6 | | 20.2 | | 65 | |
| 22.07.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 21.0 | | 51 | |
| 23.07.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 24.6 | | 45 | |
| 24.07.2023 | 0.80 | | | 1.2 | | 25.1 | | 54 | |
| 25.07.2023 | 3.40 | | | 1.0 | | 19.4 | | 77 | |
| 26.07.2023 | 0.10 | 1.23 | 16.37 | 2.3 | 1.76 | 16.6 | 21.09 | 59 | 60.14 |
| 27.07.2023 | 0.50 | | | 2.0 | | 18.5 | | 53 | |
| 28.07.2023 | 0.60 | | | 2.3 | | 21.8 | | 60 | |
| 29.07.2023 | 3.20 | | | 1.0 | | 21.6 | | 73 | |
| 30.07.2023 | 0.60 | | | 0.5 | | 19.8 | | 73 | |
| 31.07.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 21.0 | | 52 | |
| 01.08.2023 | 11.10 | | | 1.3 | | 17.0 | | 91 | |
| 02.08.2023 | 1.00 | 6.61 | 17.74 | 2.2 | 1.51 | 21.0 | 19.09 | 67 | 74.43 |
| 03.08.2023 | 0.80 | | | 2.1 | | 18.2 | | 82 | |
| 04.08.2023 | 0.70 | | | 2.3 | | 19.1 | | 72 | |
| 05.08.2023 | 32.10 | | | 1.5 | | 17.5 | | 84 | |
| 06.08.2023 | 10.90 | | | 2.2 | | 15.3 | | 93 | |
| 07.08.2023 | 8.70 | | | 2.4 | | 14.4 | | 84 | |
| 08.08.2023 | 0.30 | | | 1.0 | | 16.6 | | 65 | |
| 09.08.2023 | 6.40 | 3.76 | 17.92 | 1.6 | 1.53 | 14.7 | 16.90 | 92 | 74.86 |
| 10.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 16.5 | | 66 | |
| 11.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 18.9 | | 64 | |
| 12.08.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 21.9 | | 60 | |
| 13.08.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.6 | | 64 | |
| 14.08.2023 | 0.00 | | | 3.3 | | 25.3 | | 50 | |
| 15.08.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.5 | | 58 | |
| 16.08.2023 | 0.00 | 0.00 | 16.53 | 1.2 | 1.67 | 24.7 | 24.24 | 61 | 62.14 |
| 17.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 23.1 | | 67 | |
| 18.08.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 22.8 | | 71 | |
| 19.08.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 24.7 | | 64 | |
| 20.08.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.7 | | 60 | |
| 21.08.2023 | 2.50 | | | 1.8 | | 24.7 | | 71 | |
| 22.08.2023 | 0.10 | | | 1.4 | | 26.3 | | 66 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 23.08.2023 | 0.00 | 6.04 | 15.89 | 1.5 | 1.39 | 25.2 | 25.14 | 58 | 62.14 |
| 24.08.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 23.4 | | 60 | |
| 25.08.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 26.8 | | 54 | |
| 26.08.2023 | 39.70 | | | 1.4 | | 23.9 | | 66 | |
| 27.08.2023 | 0.10 | | | 1.3 | | 20.8 | | 82 | |
| 28.08.2023 | 17.00 | | | 2.7 | | 19.2 | | 72 | |
| 29.08.2023 | 4.00 | | | 0.9 | | 15.5 | | 97 | |
| 30.08.2023 | 0.20 | 3.24 | 17.83 | 0.7 | 1.43 | 14.9 | 17.44 | 86 | 80.71 |
| 31.08.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 15.5 | | 68 | |
| 01.09.2023 | 0.20 | | | 1.0 | | 16.9 | | 85 | |
| 02.09.2023 | 1.20 | | | 1.1 | | 19.3 | | 75 | |
| 03.09.2023 | 0.30 | | | 1.8 | | 18.8 | | 72 | |
| 04.09.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 16.8 | | 68 | |
| 05.09.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 16.9 | | 65 | |
| 06.09.2023 | 0.00 | 0.04 | 15.97 | 1.1 | 1.24 | 17.9 | 18.21 | 68 | 67.71 |
| 07.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 19.1 | | 66 | |
| 08.09.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 18.9 | | 68 | |
| 09.09.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 19.1 | | 67 | |
| 10.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 19.3 | | 70 | |
| 11.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 21.2 | | 67 | |
| 12.09.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 21.5 | | 68 | |
| 13.09.2023 | 6.60 | 0.94 | 16.11 | 1.4 | 1.54 | 19.8 | 19.61 | 80 | 70.71 |
| 14.09.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 19.4 | | 71 | |
| 15.09.2023 | 0.00 | | | 2.7 | | 17.7 | | 69 | |
| 16.09.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 18.4 | | 70 | |
| 17.09.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 18.8 | | 79 | |
| 18.09.2023 | 2.10 | | | 2.2 | | 21.2 | | 72 | |
| 19.09.2023 | 0.10 | | | 1.1 | | 17.9 | | 76 | |
| 20.09.2023 | 0.00 | 0.33 | 14.98 | 1.1 | 1.73 | 17.9 | 18.57 | 72 | 73.57 |
| 21.09.2023 | 0.00 | | | 4.2 | | 21.0 | | 66 | |
| 22.09.2023 | 0.10 | | | 1.2 | | 18.3 | | 79 | |
| 23.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 14.9 | | 71 | |
| 24.09.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 15.0 | | 67 | |
| 25.09.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 17.7 | | 74 | |
| 26.09.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 19.0 | | 78 | |
| 27.09.2023 | 0.00 | 0.27 | 14.87 | 1.6 | 1.56 | 17.8 | 16.83 | 68 | 72.00 |
| 28.09.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 17.1 | | 69 | |
| 29.09.2023 | 1.80 | | | 0.9 | | 16.1 | | 73 | |
| 30.09.2023 | 0.10 | | | 2.3 | | 15.1 | | 75 | |
| 01.10.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 15.5 | | 62 | |
| 02.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 16.0 | | 68 | |
| 03.10.2023 | 0.10 | 0.03 | 14.72 | 1.7 | 1.49 | 18.1 | 14.51 | 73 | 68.57 |
| 04.10.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 12.6 | | 62 | |
| 05.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 12.2 | | 68 | |
| 06.10.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 12.1 | | 72 | |
| 07.10.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 16.3 | | 60 | |
| 08.10.2023 | 0.20 | | | 2.0 | | 12.0 | | 66 | |
| 09.10.2023 | 2.70 | | | 1.5 | | 12.1 | | 85 | |
| 10.10.2023 | 0.10 | 0.44 | 14.97 | 0.4 | 1.26 | 14.1 | 14.83 | 86 | 76.71 |
| 11.10.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 15.0 | | 88 | |
| 12.10.2023 | 0.10 | | | 0.8 | | 16.4 | | 78 | |
| 13.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 17.9 | | 74 | |
| 14.10.2023 | 3.30 | | | 0.7 | | 15.7 | | 85 | |
| 15.10.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 8.5 | | 68 | |
| 16.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 5.2 | | 74 | |
| 17.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 5.0 | | 75 | |
| 18.10.2023 | 0.00 | | | 2.8 | | 7.4 | | 66 | |
| 19.10.2023 | 0.00 | 0.03 | 15.32 | 1.9 | 2.04 | 10.5 | 11.16 | 78 | 71.00 |
| 20.10.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 19.2 | | 68 | |
| 21.10.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 17.7 | | 67 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 22.10.2023 | 0.20 | | | 2.7 | | 13.1 | | 69 | |
| 23.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 11.0 | | 75 | |
| 24.10.2023 | 0.80 | 2.20 | 13.82 | 2.5 | 1.77 | 13.4 | 12.74 | 85 | 77.71 |
| 25.10.2023 | 1.30 | | | 0.6 | | 11.7 | | 79 | |
| 26.10.2023 | 0.50 | | | 2.2 | | 12.4 | | 75 | |
| 27.10.2023 | 12.60 | | | 1.5 | | 9.9 | | 94 | |
| 28.10.2023 | 0.10 | | | 1.9 | | 9.9 | | 79 | |
| 29.10.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 10.0 | | 90 | |
| 30.10.2023 | 2.30 | | | 2.9 | | 13.8 | | 86 | |
| 31.10.2023 | 3.80 | 5.36 | 17.75 | 1.8 | 2.46 | 10.8 | 11.04 | 90 | 84.57 |
| 01.11.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 11.0 | | 77 | |
| 02.11.2023 | 8.70 | | | 5.6 | | 13.8 | | 73 | |
| 03.11.2023 | 22.60 | | | 0.9 | | 8.0 | | 97 | |
| 04.11.2023 | 0.30 | | | 2.5 | | 7.5 | | 81 | |
| 05.11.2023 | 0.90 | | | 2.8 | | 10.1 | | 81 | |
| 06.11.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 8.2 | | 76 | |
| 07.11.2023 | 0.00 | 0.33 | 22.08 | 1.0 | 1.66 | 9.1 | 7.81 | 84 | 83.00 |
| 08.11.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 7.2 | | 75 | |
| 09.11.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 5.2 | | 88 | |
| 10.11.2023 | 1.10 | | | 1.1 | | 7.4 | | 96 | |
| 11.11.2023 | 0.40 | | | 2.2 | | 6.3 | | 79 | |
| 12.11.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 3.1 | | 84 | |
| 13.11.2023 | 6.30 | | | 1.3 | | 3.7 | | 94 | |
| 14.11.2023 | 0.90 | 1.33 | 23.97 | 1.7 | 1.61 | 9.5 | 6.29 | 75 | 81.71 |
| 15.11.2023 | 1.50 | | | 3.0 | | 9.5 | | 78 | |
| 16.11.2023 | 0.20 | | | 0.5 | | 6.5 | | 91 | |
| 17.11.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 5.4 | | 71 | |
| 18.11.2023 | 1.30 | | | 1.1 | | 2.9 | | 73 | |
| 19.11.2023 | 1.30 | | | 1.5 | | 3.2 | | 98 | |
| 20.11.2023 | 2.00 | | | 2.7 | | 8.2 | | 81 | |
| 21.11.2023 | 0.00 | | | 0.3 | | 5.5 | | 89 | |
| 22.11.2023 | 0.00 | 0.99 | 23.96 | 1.6 | 1.73 | 1.7 | 4.21 | 75 | 80.00 |
| 23.11.2023 | 2.10 | | | 2.4 | | 5.9 | | 68 | |
| 24.11.2023 | 0.40 | | | 2.2 | | 4.0 | | 72 | |
| 25.11.2023 | 1.10 | | | 1.4 | | 1.0 | | 77 | |
| 26.11.2023 | 0.20 | | | 1.1 | | -0.9 | | 73 | |
| 27.11.2023 | 1.60 | | | 1.0 | | 1.7 | | 93 | |
| 28.11.2023 | 2.20 | 2.03 | 24.58 | 0.8 | 1.11 | 0.4 | -0.19 | 89 | 85.57 |
| 29.11.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | -2.8 | | 86 | |
| 30.11.2023 | 0.40 | | | 1.6 | | -0.9 | | 86 | |
| 01.12.2023 | 8.70 | | | 1.0 | | 0.2 | | 95 | |
| 02.12.2023 | 4.50 | | | 1.2 | | -1.5 | | 88 | |
| 03.12.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | -3.1 | | 76 | |
| 04.12.2023 | 0.00 | | | 4.0 | | -3.4 | | 81 | |
| 05.12.2023 | 0.20 | 1.29 | 24.35 | 2.4 | 1.83 | -1.4 | -1.41 | 86 | 85.43 |
| 06.12.2023 | 3.40 | | | 0.3 | | -0.3 | | 93 | |
| 07.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 1.0 | | 84 | |
| 08.12.2023 | 0.90 | | | 2.8 | | -1.2 | | 90 | |
| 09.12.2023 | 4.70 | | | 3.1 | | -0.4 | | 94 | |
| 10.12.2023 | 1.80 | | | 1.3 | | -0.4 | | 96 | |
| 11.12.2023 | 0.40 | | | 1.3 | | 1.4 | | 93 | |
| 12.12.2023 | 0.80 | 1.31 | 24.41 | 1.0 | 1.41 | 2.9 | 2.11 | 88 | 91.00 |
| 13.12.2023 | 1.40 | | | 0.5 | | 3.0 | | 98 | |
| 14.12.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 5.5 | | 89 | |
| 15.12.2023 | 0.10 | | | 1.2 | | 2.8 | | 79 | |
| 16.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 4.6 | | 80 | |
| 17.12.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 1.8 | | 86 | |
| 18.12.2023 | 0.00 | | | 0.3 | | -1.5 | | 99 | |
| 19.12.2023 | 3.60 | 3.59 | 24.65 | 0.4 | 1.61 | -0.6 | 2.36 | 91 | 85.57 |
| 20.12.2023 | 1.30 | | | 1.7 | | 3.6 | | 86 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|------|----|-------|
| 21.12.2023 | 11.40 | | | 3.2 | | 6.3 | | 78 | |
| 22.12.2023 | 8.80 | | | 4.1 | | 2.3 | | 79 | |
| 23.12.2023 | 17.60 | | | 1.6 | | 0.7 | | 88 | |
| 24.12.2023 | 0.40 | | | 1.8 | | 5.8 | | 86 | |
| 25.12.2023 | 0.00 | | | 3.9 | | 10.8 | | 69 | |
| 26.12.2023 | 0.20 | 2.66 | 24.51 | 3.5 | 1.99 | 8.7 | 5.20 | 72 | 84.00 |
| 27.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 3.5 | | 85 | |
| 28.12.2023 | 0.40 | | | 0.9 | | 3.0 | | 94 | |
| 29.12.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 3.9 | | 94 | |
| 30.12.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 6.1 | | 75 | |
| 31.12.2023 | 1.20 | | | 1.2 | | 2.5 | | 93 | |

Stanice Brno-Židenice 1.1.2023 - 31.12.2023

Střecha Bratislavská

| Den | Srážky (mm) | Týdenní průměry srážek (mm) | Hmotnost koše (kg) | Rychlost větru (m/s) | Týdenní průměry rychlosti (m/s) | Teplota vzduchu (°C) | Týdenní průměry teploty (°C) | Relativní vlhkost (%) | Týdenní průměry vlhkosti (%) |
|------------|-------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 01.01.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 4.1 | | 92 | |
| 02.01.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 6.7 | | 96 | |
| 03.01.2023 | 0.10 | | | 0.7 | | 4.8 | | 92 | |
| 04.01.2023 | 0.70 | | | 1.2 | | 1.2 | | 98 | |
| 05.01.2023 | 1.40 | | | 3.2 | | 10.1 | | 68 | |
| 06.01.2023 | 0.60 | | | 0.8 | | 5.9 | | 95 | |
| 07.01.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 5.7 | | 93 | |
| 08.01.2023 | 0.60 | | | 1.8 | | 5.0 | | 91 | |
| 09.01.2023 | 0.50 | | | 1.3 | | 5.4 | | 92 | |
| 10.01.2023 | 0.00 | 0.57 | 24.45 | 1.2 | 1.26 | 5.8 | 5.24 | 74 | 86.00 |
| 11.01.2023 | 1.50 | | | 1.0 | | 3.2 | | 80 | |
| 12.01.2023 | 0.50 | | | 0.6 | | 5.4 | | 89 | |
| 13.01.2023 | 0.90 | | | 2.0 | | 6.2 | | 83 | |
| 14.01.2023 | 0.40 | | | 1.6 | | 5.5 | | 73 | |
| 15.01.2023 | 8.70 | | | 3.2 | | 3.8 | | 91 | |
| 16.01.2023 | 2.00 | | | 2.4 | | 2.8 | | 90 | |
| 17.01.2023 | 2.80 | 2.24 | 24.83 | 2.3 | 1.86 | 3.3 | 2.50 | 83 | 82.43 |
| 18.01.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 1.4 | | 92 | |
| 19.01.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 1.0 | | 74 | |
| 20.01.2023 | 1.80 | | | 1.8 | | -0.3 | | 74 | |
| 21.01.2023 | 0.60 | | | 1.9 | | 0.1 | | 81 | |
| 22.01.2023 | 2.80 | | | 0.9 | | 0.8 | | 87 | |
| 23.01.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 3.2 | | 81 | |
| 24.01.2023 | 0.00 | 0.49 | 24.73 | 2.6 | 1.70 | 3.1 | 1.26 | 80 | 80.00 |
| 25.01.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 1.5 | | 85 | |
| 26.01.2023 | 0.00 | | | 0.5 | | 0.2 | | 80 | |
| 27.01.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | -0.1 | | 66 | |
| 28.01.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 0.4 | | 71 | |
| 29.01.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | -2.1 | | 66 | |
| 30.01.2023 | 2.30 | | | 2.6 | | 1.1 | | 80 | |
| 31.01.2023 | 0.50 | 1.97 | 24.95 | 3.2 | 2.59 | 3.1 | 1.80 | 73 | 75.00 |
| 01.02.2023 | 6.60 | | | 3.6 | | 3.8 | | 77 | |
| 02.02.2023 | 1.40 | | | 2.6 | | 3.0 | | 72 | |
| 03.02.2023 | 3.00 | | | 2.0 | | 3.3 | | 86 | |
| 04.02.2023 | 0.00 | | | 3.5 | | 0.6 | | 62 | |
| 05.02.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | -2.9 | | 62 | |
| 06.02.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | -4.3 | | 67 | |
| 07.02.2023 | 0.00 | 0.00 | 23.81 | 2.1 | 1.63 | -3.9 | -2.74 | 69 | 67.00 |
| 08.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | -3.5 | | 72 | |
| 09.02.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | -2.8 | | 68 | |
| 10.02.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | -2.4 | | 69 | |
| 11.02.2023 | 0.10 | | | 0.7 | | 1.7 | | 77 | |
| 12.02.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 4.7 | | 79 | |
| 13.02.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 5.1 | | 78 | |
| 14.02.2023 | 0.00 | 0.09 | 23.56 | 1.5 | 1.26 | 4.4 | 3.24 | 68 | 79.86 |
| 15.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | -0.1 | | 84 | |
| 16.02.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 0.4 | | 90 | |
| 17.02.2023 | 0.50 | | | 2.0 | | 6.5 | | 83 | |
| 18.02.2023 | 0.40 | | | 2.6 | | 11.0 | | 71 | |
| 19.02.2023 | 0.10 | | | 2.2 | | 5.5 | | 76 | |
| 20.02.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 8.4 | | 64 | |
| 21.02.2023 | 0.00 | 0.39 | 22.88 | 2.2 | 2.00 | 9.7 | 8.24 | 66 | 74.00 |
| 22.02.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 7.2 | | 80 | |
| 23.02.2023 | 2.00 | | | 1.8 | | 7.6 | | 76 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 24.02.2023 | 0.20 | | | 2.0 | | 8.3 | | 85 | |
| 25.02.2023 | 0.10 | | | 3.6 | | 2.7 | | 72 | |
| 26.02.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 0.9 | | 65 | |
| 27.02.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 0.5 | | 53 | |
| 28.02.2023 | 0.00 | 0.01 | 22.28 | 1.1 | 1.91 | 0.7 | 1.70 | 61 | 62.71 |
| 01.03.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 2.3 | | 59 | |
| 02.03.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 2.5 | | 61 | |
| 03.03.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 2.3 | | 68 | |
| 04.03.2023 | 0.10 | | | 2.3 | | 1.9 | | 70 | |
| 05.03.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 2.7 | | 61 | |
| 06.03.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 2.5 | | 63 | |
| 07.03.2023 | 0.00 | 0.30 | 21.26 | 2.3 | 2.20 | 4.3 | 5.20 | 66 | 65.71 |
| 08.03.2023 | 0.40 | | | 2.0 | | 6.5 | | 58 | |
| 09.03.2023 | 0.10 | | | 2.9 | | 9.5 | | 74 | |
| 10.03.2023 | 1.50 | | | 2.2 | | 9.0 | | 68 | |
| 11.03.2023 | 0.80 | | | 3.3 | | 1.3 | | 72 | |
| 12.03.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 3.6 | | 60 | |
| 13.03.2023 | 0.10 | | | 2.8 | | 8.9 | | 65 | |
| 14.03.2023 | 0.30 | 0.17 | 21.07 | 1.0 | 2.03 | 7.8 | 4.64 | 82 | 63.57 |
| 15.03.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 3.6 | | 60 | |
| 16.03.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 2.1 | | 59 | |
| 17.03.2023 | 0.00 | | | 2.8 | | 5.2 | | 47 | |
| 18.03.2023 | 0.00 | | | 2.7 | | 7.1 | | 43 | |
| 19.03.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 7.7 | | 58 | |
| 20.03.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 11.1 | | 64 | |
| 21.03.2023 | 0.00 | 0.03 | 19.88 | 0.9 | 1.56 | 11.0 | 11.29 | 63 | 59.14 |
| 22.03.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 13.6 | | 59 | |
| 23.03.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 14.7 | | 57 | |
| 24.03.2023 | 0.20 | | | 1.2 | | 13.8 | | 70 | |
| 25.03.2023 | 0.40 | | | 2.0 | | 9.3 | | 67 | |
| 26.03.2023 | 0.40 | | | 1.7 | | 7.5 | | 71 | |
| 27.03.2023 | 0.30 | | | 1.9 | | 2.8 | | 75 | |
| 28.03.2023 | 0.00 | 1.57 | 18.76 | 2.8 | 1.79 | 1.5 | 5.90 | 57 | 72.00 |
| 29.03.2023 | 0.20 | | | 1.9 | | 4.5 | | 59 | |
| 30.03.2023 | 7.50 | | | 1.4 | | 7.7 | | 86 | |
| 31.03.2023 | 2.20 | | | 0.8 | | 8.0 | | 89 | |
| 01.04.2023 | 1.50 | | | 1.7 | | 9.4 | | 72 | |
| 02.04.2023 | 0.20 | | | 1.8 | | 6.7 | | 72 | |
| 03.04.2023 | 0.00 | | | 3.1 | | 2.8 | | 52 | |
| 04.04.2023 | 0.00 | 1.54 | 20.53 | 2.9 | 2.00 | 1.0 | 4.47 | 46 | 60.14 |
| 05.04.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 1.9 | | 52 | |
| 06.04.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 4.9 | | 52 | |
| 07.04.2023 | 9.10 | | | 2.0 | | 4.6 | | 75 | |
| 08.04.2023 | 0.30 | | | 0.7 | | 4.5 | | 86 | |
| 09.04.2023 | 1.00 | | | 1.5 | | 6.6 | | 80 | |
| 10.04.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 8.0 | | 76 | |
| 11.04.2023 | 6.10 | 7.73 | 22.64 | 0.9 | 1.23 | 4.7 | 6.83 | 94 | 82.14 |
| 12.04.2023 | 0.40 | | | 2.0 | | 8.9 | | 59 | |
| 13.04.2023 | 26.30 | | | 1.2 | | 7.2 | | 85 | |
| 14.04.2023 | 20.00 | | | 1.4 | | 7.9 | | 95 | |
| 15.04.2023 | 0.20 | | | 2.5 | | 7.3 | | 85 | |
| 16.04.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 10.4 | | 72 | |
| 17.04.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 12.6 | | 62 | |
| 18.04.2023 | 1.20 | 0.21 | 22.55 | 2.8 | 2.10 | 12.6 | 10.94 | 60 | 67.86 |
| 19.04.2023 | 0.10 | | | 1.3 | | 9.1 | | 73 | |
| 20.04.2023 | 0.00 | | | 3.1 | | 12.4 | | 62 | |
| 21.04.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 12.2 | | 61 | |
| 22.04.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 13.6 | | 53 | |
| 23.04.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 15.6 | | 56 | |
| 24.04.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 12.0 | | 71 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 25.04.2023 | 1.00 | 0.23 | 18.05 | 1.1 | 1.61 | 8.8 | 10.80 | 70 | 58.86 |
| 26.04.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 6.8 | | 54 | |
| 27.04.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 8.5 | | 48 | |
| 28.04.2023 | 0.60 | | | 2.4 | | 10.3 | | 60 | |
| 29.04.2023 | 13.10 | | | 1.3 | | 11.5 | | 92 | |
| 30.04.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 12.4 | | 58 | |
| 01.05.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 13.6 | | 54 | |
| 02.05.2023 | 0.80 | 1.99 | 18.21 | 0.6 | 1.66 | 12.5 | 13.14 | 77 | 62.86 |
| 03.05.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 13.2 | | 58 | |
| 04.05.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 13.8 | | 46 | |
| 05.05.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 15.0 | | 55 | |
| 06.05.2023 | 3.90 | | | 1.3 | | 14.4 | | 81 | |
| 07.05.2023 | 0.00 | | | 2.9 | | 11.1 | | 67 | |
| 08.05.2023 | 0.00 | | | 3.4 | | 10.8 | | 50 | |
| 09.05.2023 | 0.00 | | | 2.6 | | 12.5 | | 51 | |
| 10.05.2023 | 0.00 | 0.20 | 19.64 | 5.4 | 2.77 | 15.2 | 12.84 | 51 | 59.00 |
| 11.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 15.0 | | 50 | |
| 12.05.2023 | 1.40 | | | 1.4 | | 11.9 | | 76 | |
| 13.05.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 13.4 | | 68 | |
| 14.05.2023 | 12.90 | | | 1.6 | | 11.5 | | 88 | |
| 15.05.2023 | 0.40 | | | 1.1 | | 12.7 | | 83 | |
| 16.05.2023 | 12.40 | 4.26 | 22.18 | 1.7 | 2.04 | 12.3 | 11.97 | 89 | 78.00 |
| 17.05.2023 | 4.10 | | | 2.5 | | 9.7 | | 81 | |
| 18.05.2023 | 0.00 | | | 3.3 | | 11.3 | | 63 | |
| 19.05.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 12.9 | | 74 | |
| 20.05.2023 | 0.10 | | | 2.0 | | 18.3 | | 64 | |
| 21.05.2023 | 1.10 | | | 1.6 | | 19.3 | | 65 | |
| 22.05.2023 | 0.20 | | | 1.7 | | 18.2 | | 74 | |
| 23.05.2023 | 12.00 | 1.91 | 22.45 | 0.5 | 1.67 | 15.2 | 17.10 | 93 | 69.29 |
| 24.05.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 15.2 | | 68 | |
| 25.05.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 16.4 | | 65 | |
| 26.05.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 17.1 | | 56 | |
| 27.05.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 16.5 | | 46 | |
| 28.05.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 17.0 | | 49 | |
| 29.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 18.3 | | 47 | |
| 30.05.2023 | 0.00 | 0.00 | 19.75 | 1.7 | 1.54 | 17.9 | 18.19 | 43 | 45.57 |
| 31.05.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 19.0 | | 40 | |
| 01.06.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 20.2 | | 45 | |
| 02.06.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 18.4 | | 49 | |
| 03.06.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 15.6 | | 44 | |
| 04.06.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 16.8 | | 53 | |
| 05.06.2023 | 3.60 | | | 2.4 | | 15.5 | | 84 | |
| 06.06.2023 | 0.20 | | | 1.1 | | 17.6 | | 84 | |
| 07.06.2023 | 1.30 | 1.94 | 19.33 | 0.3 | 1.30 | 18.8 | 17.64 | 77 | 77.14 |
| 08.06.2023 | 0.10 | | | 0.8 | | 18.7 | | 79 | |
| 09.06.2023 | 8.40 | | | 0.9 | | 16.6 | | 93 | |
| 10.06.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 19.5 | | 70 | |
| 11.06.2023 | 0.00 | | | 3.6 | | 19.7 | | 55 | |
| 12.06.2023 | 0.00 | | | 3.2 | | 18.1 | | 43 | |
| 13.06.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 16.8 | | 50 | |
| 14.06.2023 | 1.40 | 0.20 | 19.6 | 1.2 | 2.06 | 16.5 | 17.94 | 54 | 53.86 |
| 15.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 18.1 | | 60 | |
| 16.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 18.3 | | 56 | |
| 17.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 18.1 | | 59 | |
| 18.06.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 20.7 | | 51 | |
| 19.06.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 23.1 | | 52 | |
| 20.06.2023 | 0.00 | | | 2.4 | | 25.9 | | 53 | |
| 21.06.2023 | 8.20 | 1.17 | 20.11 | 0.6 | 1.71 | 23.1 | 22.96 | 71 | 59.43 |
| 22.06.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 26.0 | | 63 | |
| 23.06.2023 | 0.00 | | | 2.9 | | 23.2 | | 57 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 24.06.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 18.7 | | 69 | |
| 25.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 22.9 | | 50 | |
| 26.06.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 24.6 | | 50 | |
| 27.06.2023 | 0.50 | | | 1.6 | | 17.4 | | 66 | |
| 28.06.2023 | 0.00 | 0.07 | 19.56 | 2.5 | 1.67 | 18.3 | 21.39 | 53 | 53.57 |
| 29.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 21.7 | | 46 | |
| 30.06.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 22.0 | | 55 | |
| 01.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 22.8 | | 55 | |
| 02.07.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 21.2 | | 48 | |
| 03.07.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 22.7 | | 46 | |
| 04.07.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 22.8 | | 45 | |
| 05.07.2023 | 0.90 | 0.13 | 18.24 | 1.5 | 1.76 | 20.7 | 21.93 | 63 | 48.29 |
| 06.07.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 20.2 | | 53 | |
| 07.07.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 22.4 | | 42 | |
| 08.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 23.5 | | 41 | |
| 09.07.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.9 | | 35 | |
| 10.07.2023 | 0.40 | | | 2.5 | | 23.5 | | 55 | |
| 11.07.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 25.7 | | 50 | |
| 12.07.2023 | 0.00 | 0.36 | 17.89 | 0.7 | 1.76 | 25.8 | 25.27 | 53 | 49.00 |
| 13.07.2023 | 2.10 | | | 2.3 | | 24.2 | | 55 | |
| 14.07.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.2 | | 50 | |
| 15.07.2023 | 0.00 | | | 2.6 | | 27.6 | | 45 | |
| 16.07.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 28.6 | | 45 | |
| 17.07.2023 | 13.30 | | | 0.9 | | 25.5 | | 50 | |
| 18.07.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.0 | | 39 | |
| 19.07.2023 | 0.00 | 2.87 | 18.12 | 1.8 | 1.41 | 24.4 | 23.80 | 47 | 49.14 |
| 20.07.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 21.9 | | 47 | |
| 21.07.2023 | 6.80 | | | 1.6 | | 20.2 | | 65 | |
| 22.07.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 21.0 | | 51 | |
| 23.07.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 24.6 | | 45 | |
| 24.07.2023 | 0.60 | | | 1.2 | | 25.1 | | 54 | |
| 25.07.2023 | 3.80 | | | 1.0 | | 19.4 | | 77 | |
| 26.07.2023 | 0.00 | 1.57 | 18.72 | 2.3 | 1.76 | 16.6 | 21.09 | 59 | 60.14 |
| 27.07.2023 | 0.60 | | | 2.0 | | 18.5 | | 53 | |
| 28.07.2023 | 0.60 | | | 2.3 | | 21.8 | | 60 | |
| 29.07.2023 | 5.40 | | | 1.0 | | 21.6 | | 73 | |
| 30.07.2023 | 4.50 | | | 0.5 | | 19.8 | | 73 | |
| 31.07.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 21.0 | | 52 | |
| 01.08.2023 | 12.10 | | | 1.3 | | 17.0 | | 91 | |
| 02.08.2023 | 0.10 | 6.76 | 20.11 | 2.2 | 1.51 | 21.0 | 19.09 | 67 | 74.43 |
| 03.08.2023 | 1.80 | | | 2.1 | | 18.2 | | 82 | |
| 04.08.2023 | 0.90 | | | 2.3 | | 19.1 | | 72 | |
| 05.08.2023 | 27.90 | | | 1.5 | | 17.5 | | 84 | |
| 06.08.2023 | 8.40 | | | 2.2 | | 15.3 | | 93 | |
| 07.08.2023 | 8.30 | | | 2.4 | | 14.4 | | 84 | |
| 08.08.2023 | 0.30 | | | 1.0 | | 16.6 | | 65 | |
| 09.08.2023 | 6.60 | 3.37 | 20.84 | 1.6 | 1.53 | 14.7 | 16.90 | 92 | 74.86 |
| 10.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 16.5 | | 66 | |
| 11.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 18.9 | | 64 | |
| 12.08.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 21.9 | | 60 | |
| 13.08.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.6 | | 64 | |
| 14.08.2023 | 0.00 | | | 3.3 | | 25.3 | | 50 | |
| 15.08.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 24.5 | | 58 | |
| 16.08.2023 | 0.00 | 0.00 | 19.96 | 1.2 | 1.67 | 24.7 | 24.24 | 61 | 62.14 |
| 17.08.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 23.1 | | 67 | |
| 18.08.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 22.8 | | 71 | |
| 19.08.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 24.7 | | 64 | |
| 20.08.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 25.7 | | 60 | |
| 21.08.2023 | 1.00 | | | 1.8 | | 24.7 | | 71 | |
| 22.08.2023 | 1.80 | | | 1.4 | | 26.3 | | 66 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 23.08.2023 | 0.00 | 2.80 | 18.94 | 1.5 | 1.39 | 25.2 | 25.14 | 58 | 62.14 |
| 24.08.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 23.4 | | 60 | |
| 25.08.2023 | 1.00 | | | 1.5 | | 26.8 | | 54 | |
| 26.08.2023 | 15.80 | | | 1.4 | | 23.9 | | 66 | |
| 27.08.2023 | 0.10 | | | 1.3 | | 20.8 | | 82 | |
| 28.08.2023 | 21.80 | | | 2.7 | | 19.2 | | 72 | |
| 29.08.2023 | 3.80 | | | 0.9 | | 15.5 | | 97 | |
| 30.08.2023 | 0.40 | 3.96 | 20.04 | 0.7 | 1.43 | 14.9 | 17.44 | 86 | 80.71 |
| 31.08.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 15.5 | | 68 | |
| 01.09.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 16.9 | | 85 | |
| 02.09.2023 | 1.60 | | | 1.1 | | 19.3 | | 75 | |
| 03.09.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 18.8 | | 72 | |
| 04.09.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 16.8 | | 68 | |
| 05.09.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 16.9 | | 65 | |
| 06.09.2023 | 0.00 | 0.00 | 19.95 | 1.1 | 1.24 | 17.9 | 18.21 | 68 | 67.71 |
| 07.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 19.1 | | 66 | |
| 08.09.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 18.9 | | 68 | |
| 09.09.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 19.1 | | 67 | |
| 10.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 19.3 | | 70 | |
| 11.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 21.2 | | 67 | |
| 12.09.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 21.5 | | 68 | |
| 13.09.2023 | 4.30 | 0.64 | 18.87 | 1.4 | 1.54 | 19.8 | 19.61 | 80 | 70.71 |
| 14.09.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 19.4 | | 71 | |
| 15.09.2023 | 0.20 | | | 2.7 | | 17.7 | | 69 | |
| 16.09.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 18.4 | | 70 | |
| 17.09.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 18.8 | | 79 | |
| 18.09.2023 | 3.80 | | | 2.2 | | 21.2 | | 72 | |
| 19.09.2023 | 0.20 | | | 1.1 | | 17.9 | | 76 | |
| 20.09.2023 | 0.00 | 0.60 | 18.23 | 1.1 | 1.73 | 17.9 | 18.57 | 72 | 73.57 |
| 21.09.2023 | 0.00 | | | 4.2 | | 21.0 | | 66 | |
| 22.09.2023 | 0.20 | | | 1.2 | | 18.3 | | 79 | |
| 23.09.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 14.9 | | 71 | |
| 24.09.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 15.0 | | 67 | |
| 25.09.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 17.7 | | 74 | |
| 26.09.2023 | 0.00 | | | 1.8 | | 19.0 | | 78 | |
| 27.09.2023 | 0.00 | 0.07 | 18.15 | 1.6 | 1.56 | 17.8 | 16.83 | 68 | 72.00 |
| 28.09.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 17.1 | | 69 | |
| 29.09.2023 | 0.50 | | | 0.9 | | 16.1 | | 73 | |
| 30.09.2023 | 0.00 | | | 2.3 | | 15.1 | | 75 | |
| 01.10.2023 | 0.00 | | | 1.1 | | 15.5 | | 62 | |
| 02.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 16.0 | | 68 | |
| 03.10.2023 | 0.00 | 0.00 | 18.05 | 1.7 | 1.49 | 18.1 | 14.51 | 73 | 68.57 |
| 04.10.2023 | 0.00 | | | 1.6 | | 12.6 | | 62 | |
| 05.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 12.2 | | 68 | |
| 06.10.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 12.1 | | 72 | |
| 07.10.2023 | 0.00 | | | 2.2 | | 16.3 | | 60 | |
| 08.10.2023 | 0.20 | | | 2.0 | | 12.0 | | 66 | |
| 09.10.2023 | 2.90 | | | 1.5 | | 12.1 | | 85 | |
| 10.10.2023 | 0.00 | 0.44 | 18.16 | 0.4 | 1.26 | 14.1 | 14.83 | 86 | 76.71 |
| 11.10.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 15.0 | | 88 | |
| 12.10.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 16.4 | | 78 | |
| 13.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 17.9 | | 74 | |
| 14.10.2023 | 4.10 | | | 0.7 | | 15.7 | | 85 | |
| 15.10.2023 | 0.00 | | | 1.7 | | 8.5 | | 68 | |
| 16.10.2023 | 0.00 | | | 1.0 | | 5.2 | | 74 | |
| 17.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 5.0 | | 75 | |
| 18.10.2023 | 0.00 | | | 2.8 | | 7.4 | | 66 | |
| 19.10.2023 | 0.00 | 0.04 | 18.44 | 1.9 | 2.04 | 10.5 | 11.16 | 78 | 71.00 |
| 20.10.2023 | 0.00 | | | 3.0 | | 19.2 | | 68 | |
| 21.10.2023 | 0.10 | | | 1.5 | | 17.7 | | 67 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|-------|----|-------|
| 22.10.2023 | 0.20 | | | 2.7 | | 13.1 | | 69 | |
| 23.10.2023 | 0.00 | | | 1.4 | | 11.0 | | 75 | |
| 24.10.2023 | 0.10 | 2.37 | 17.74 | 2.5 | 1.77 | 13.4 | 12.74 | 85 | 77.71 |
| 25.10.2023 | 1.50 | | | 0.6 | | 11.7 | | 79 | |
| 26.10.2023 | 0.60 | | | 2.2 | | 12.4 | | 75 | |
| 27.10.2023 | 14.10 | | | 1.5 | | 9.9 | | 94 | |
| 28.10.2023 | 0.30 | | | 1.9 | | 9.9 | | 79 | |
| 29.10.2023 | 0.00 | | | 2.0 | | 10.0 | | 90 | |
| 30.10.2023 | 1.90 | | | 2.9 | | 13.8 | | 86 | |
| 31.10.2023 | 3.50 | 5.13 | 20.22 | 1.8 | 2.46 | 10.8 | 11.04 | 90 | 84.57 |
| 01.11.2023 | 0.00 | | | 2.1 | | 11.0 | | 77 | |
| 02.11.2023 | 9.60 | | | 5.6 | | 13.8 | | 73 | |
| 03.11.2023 | 20.60 | | | 0.9 | | 8.0 | | 97 | |
| 04.11.2023 | 0.30 | | | 2.5 | | 7.5 | | 81 | |
| 05.11.2023 | 1.10 | | | 2.8 | | 10.1 | | 81 | |
| 06.11.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 8.2 | | 76 | |
| 07.11.2023 | 0.10 | 0.34 | 19.86 | 1.0 | 1.66 | 9.1 | 7.81 | 84 | 83.00 |
| 08.11.2023 | 0.00 | | | 0.8 | | 7.2 | | 75 | |
| 09.11.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 5.2 | | 88 | |
| 10.11.2023 | 0.90 | | | 1.1 | | 7.4 | | 96 | |
| 11.11.2023 | 0.30 | | | 2.2 | | 6.3 | | 79 | |
| 12.11.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 3.1 | | 84 | |
| 13.11.2023 | 6.60 | | | 1.3 | | 3.7 | | 94 | |
| 14.11.2023 | 1.40 | 1.47 | 22.34 | 1.7 | 1.61 | 9.5 | 6.29 | 75 | 81.71 |
| 15.11.2023 | 1.70 | | | 3.0 | | 9.5 | | 78 | |
| 16.11.2023 | 0.30 | | | 0.5 | | 6.5 | | 91 | |
| 17.11.2023 | 0.00 | | | 1.9 | | 5.4 | | 71 | |
| 18.11.2023 | 2.10 | | | 1.1 | | 2.9 | | 73 | |
| 19.11.2023 | 1.60 | | | 1.5 | | 3.2 | | 98 | |
| 20.11.2023 | 2.00 | | | 2.7 | | 8.2 | | 81 | |
| 21.11.2023 | 0.20 | | | 0.3 | | 5.5 | | 89 | |
| 22.11.2023 | 0.00 | 0.97 | 20.36 | 1.6 | 1.73 | 1.7 | 4.21 | 75 | 80.00 |
| 23.11.2023 | 2.10 | | | 2.4 | | 5.9 | | 68 | |
| 24.11.2023 | 0.10 | | | 2.2 | | 4.0 | | 72 | |
| 25.11.2023 | 0.80 | | | 1.4 | | 1.0 | | 77 | |
| 26.11.2023 | 0.10 | | | 1.1 | | -0.9 | | 73 | |
| 27.11.2023 | 1.10 | | | 1.0 | | 1.7 | | 93 | |
| 28.11.2023 | 2.50 | 1.89 | 21.5 | 0.8 | 1.11 | 0.4 | -0.19 | 89 | 85.57 |
| 29.11.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | -2.8 | | 86 | |
| 30.11.2023 | 0.20 | | | 1.6 | | -0.9 | | 86 | |
| 01.12.2023 | 8.50 | | | 1.0 | | 0.2 | | 95 | |
| 02.12.2023 | 3.40 | | | 1.2 | | -1.5 | | 88 | |
| 03.12.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | -3.1 | | 76 | |
| 04.12.2023 | 0.00 | | | 4.0 | | -3.4 | | 81 | |
| 05.12.2023 | 0.00 | 1.13 | 21.45 | 2.4 | 1.83 | -1.4 | -1.41 | 86 | 85.43 |
| 06.12.2023 | 3.90 | | | 0.3 | | -0.3 | | 93 | |
| 07.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 1.0 | | 84 | |
| 08.12.2023 | 0.60 | | | 2.8 | | -1.2 | | 90 | |
| 09.12.2023 | 6.20 | | | 3.1 | | -0.4 | | 94 | |
| 10.12.2023 | 1.70 | | | 1.3 | | -0.4 | | 96 | |
| 11.12.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 1.4 | | 93 | |
| 12.12.2023 | 1.20 | 1.53 | 21.67 | 1.0 | 1.41 | 2.9 | 2.11 | 88 | 91.00 |
| 13.12.2023 | 1.60 | | | 0.5 | | 3.0 | | 98 | |
| 14.12.2023 | 0.00 | | | 1.5 | | 5.5 | | 89 | |
| 15.12.2023 | 0.00 | | | 1.2 | | 2.8 | | 79 | |
| 16.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | | 4.6 | | 80 | |
| 17.12.2023 | 0.00 | | | 0.7 | | 1.8 | | 86 | |
| 18.12.2023 | 0.00 | | | 0.3 | | -1.5 | | 99 | |
| 19.12.2023 | 3.20 | 3.26 | 21.83 | 0.4 | 1.61 | -0.6 | 2.36 | 91 | 85.57 |
| 20.12.2023 | 1.80 | | | 1.7 | | 3.6 | | 86 | |

| | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|-------|-----|------|------|------|----|-------|
| 21.12.2023 | 8.60 | | | 3.2 | | 6.3 | | 78 | |
| 22.12.2023 | 9.20 | | | 4.1 | | 2.3 | | 79 | |
| 23.12.2023 | 20.10 | | | 1.6 | | 0.7 | | 88 | |
| 24.12.2023 | 0.20 | | | 1.8 | | 5.8 | | 86 | |
| 25.12.2023 | 0.00 | | | 3.9 | | 10.8 | | 69 | |
| 26.12.2023 | 0.10 | 2.96 | 21.65 | 3.5 | 1.99 | 8.7 | 5.20 | 72 | 84.00 |
| 27.12.2023 | 0.00 | | | 0.9 | 2.11 | 3.5 | | 85 | |
| 28.12.2023 | 0.30 | | | 0.9 | | 3.0 | | 94 | |
| 29.12.2023 | 0.00 | | | 1.3 | | 3.9 | | 94 | |
| 30.12.2023 | 0.00 | | | 2.5 | | 6.1 | | 75 | |
| 31.12.2023 | 1.00 | | | 1.2 | | 2.5 | | 93 | |



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

P3 – Grafy závislostí přírodních vlivů na hmotnost segmentu

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

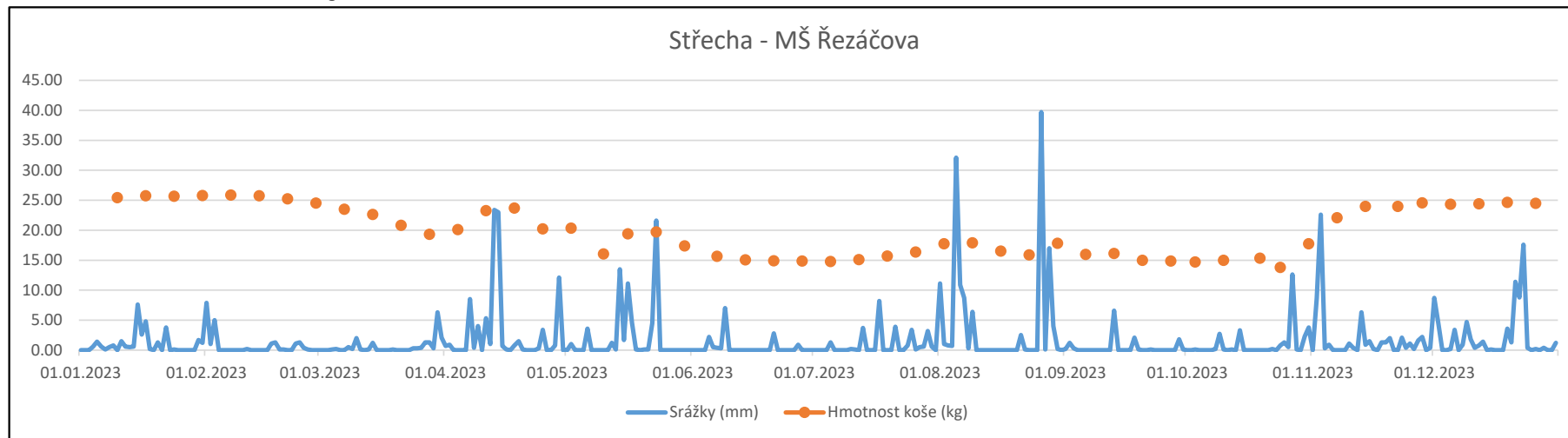
VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

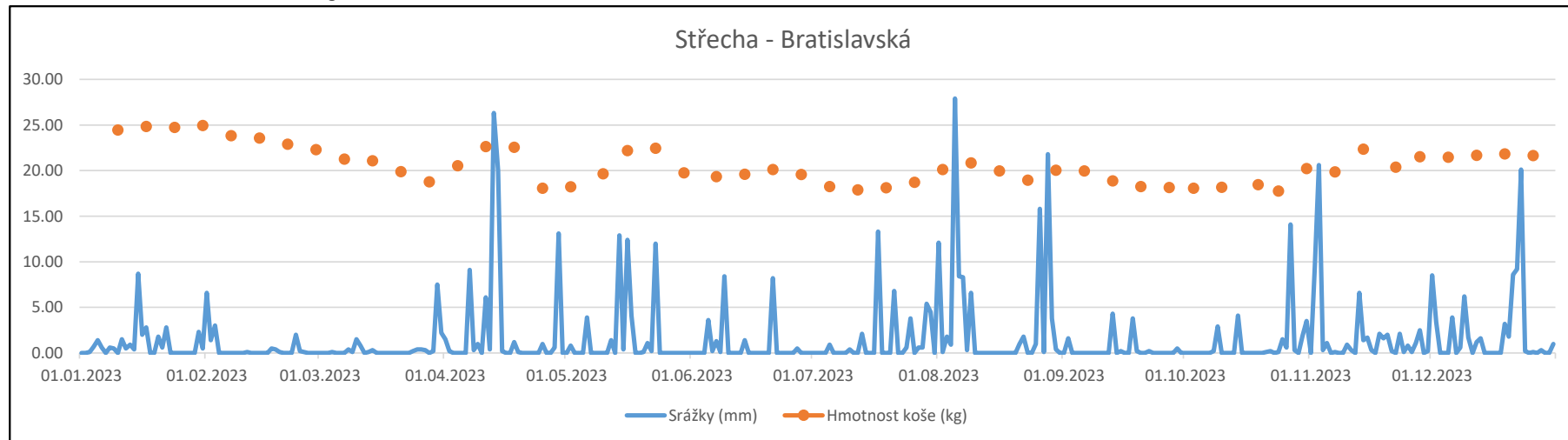
Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

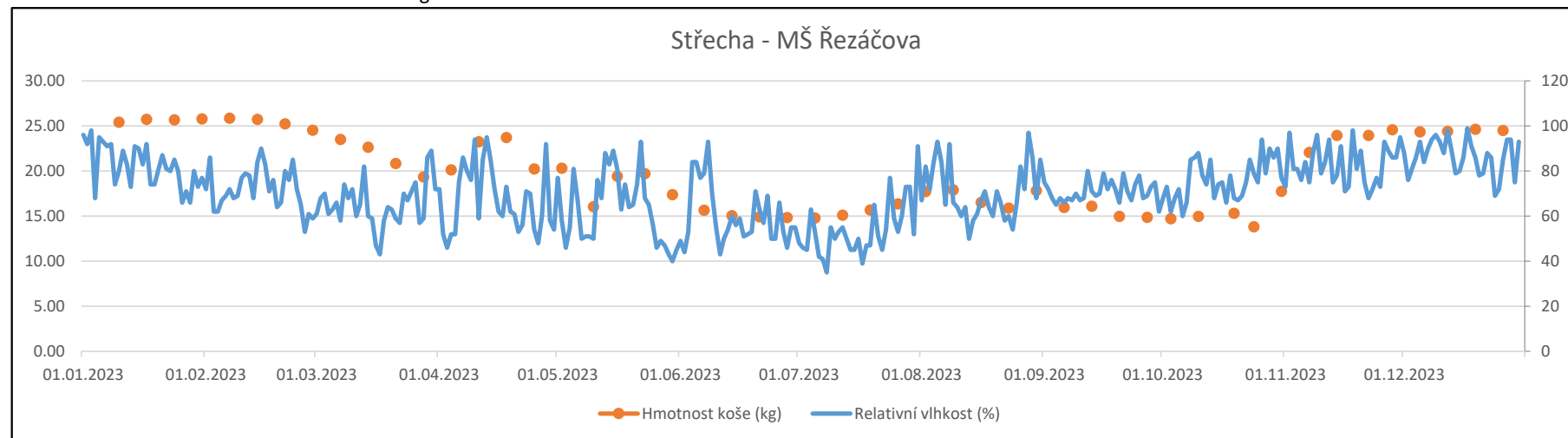
Graf závislosti srážek a hmotnosti segmentu - MŠ Řezáčova



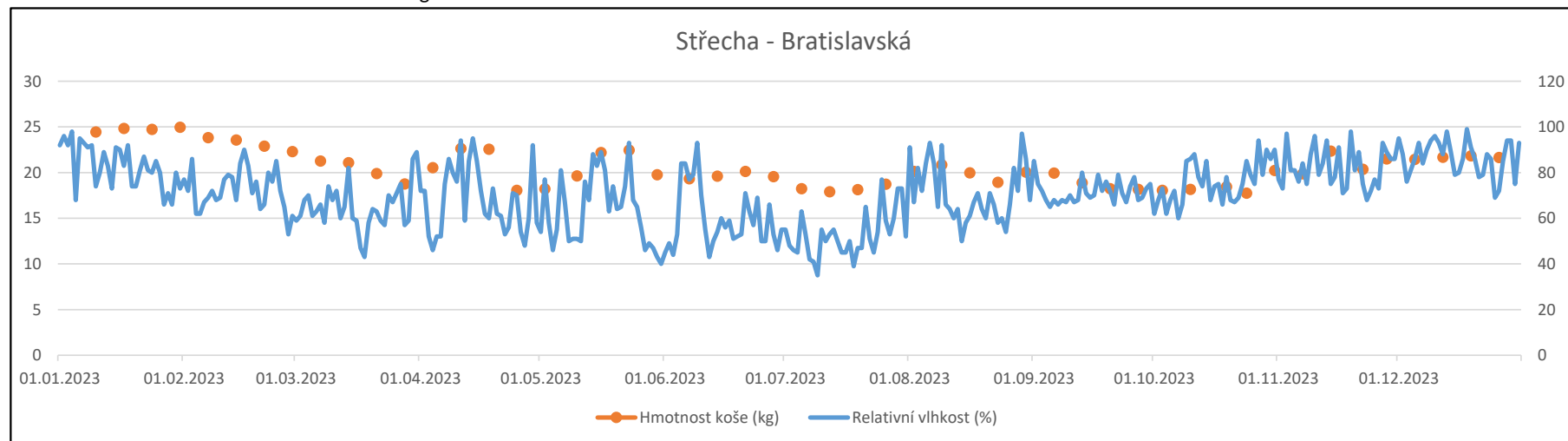
Graf závislosti srážek a hmotnosti segmentu - Bratislavská 22



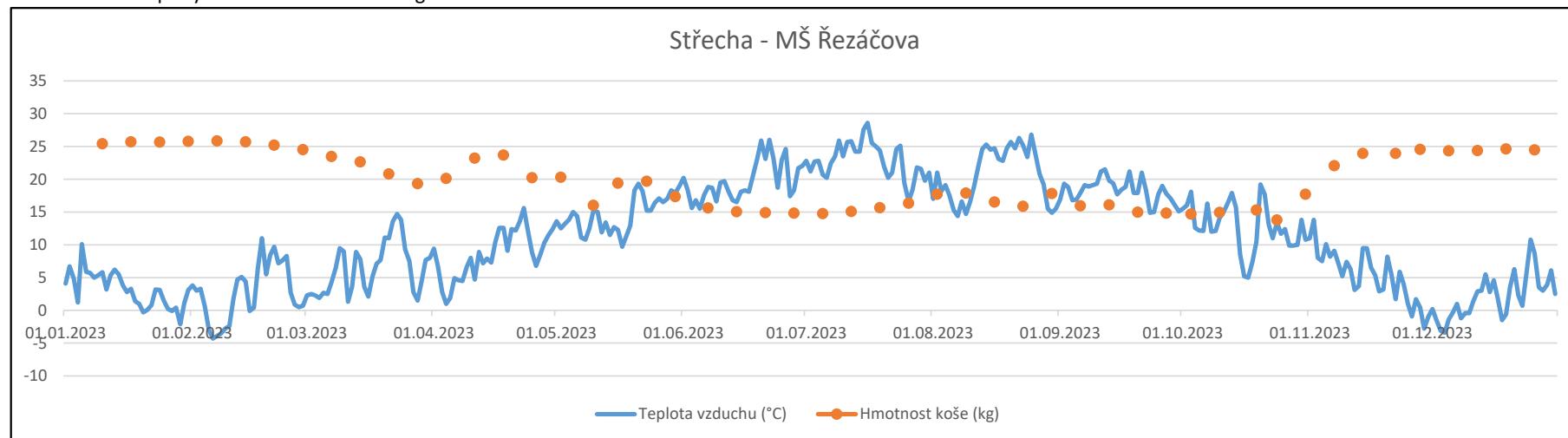
Graf závislosti relativní vlhkosti a hmotnosti segmentu - MŠ Řezáčova



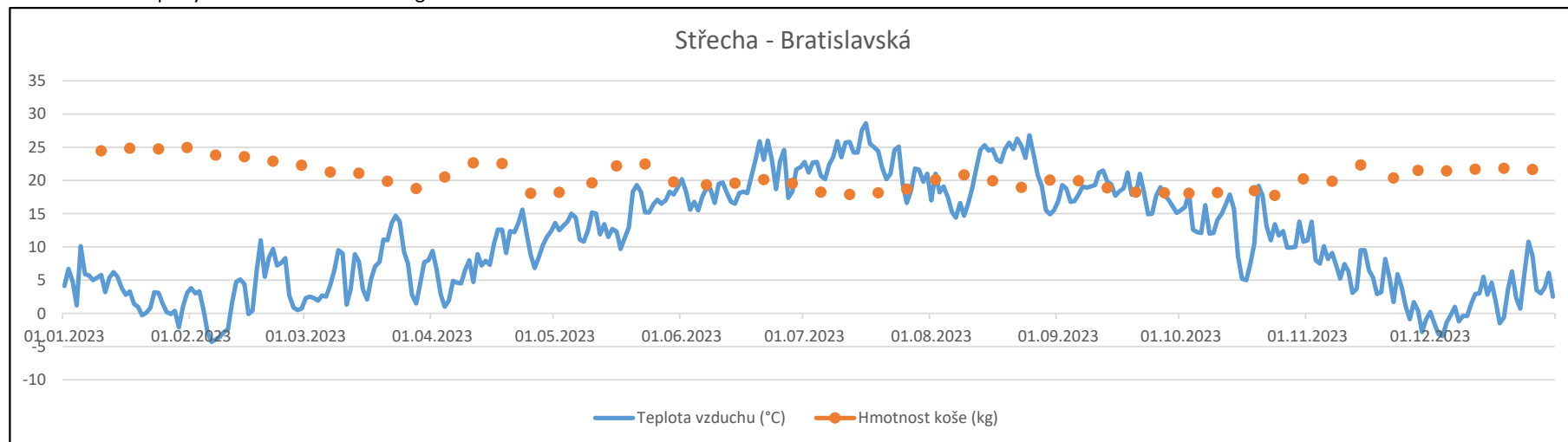
Graf závislosti relativní vlhkosti a hmotnosti segmentu - Bratislavská 22



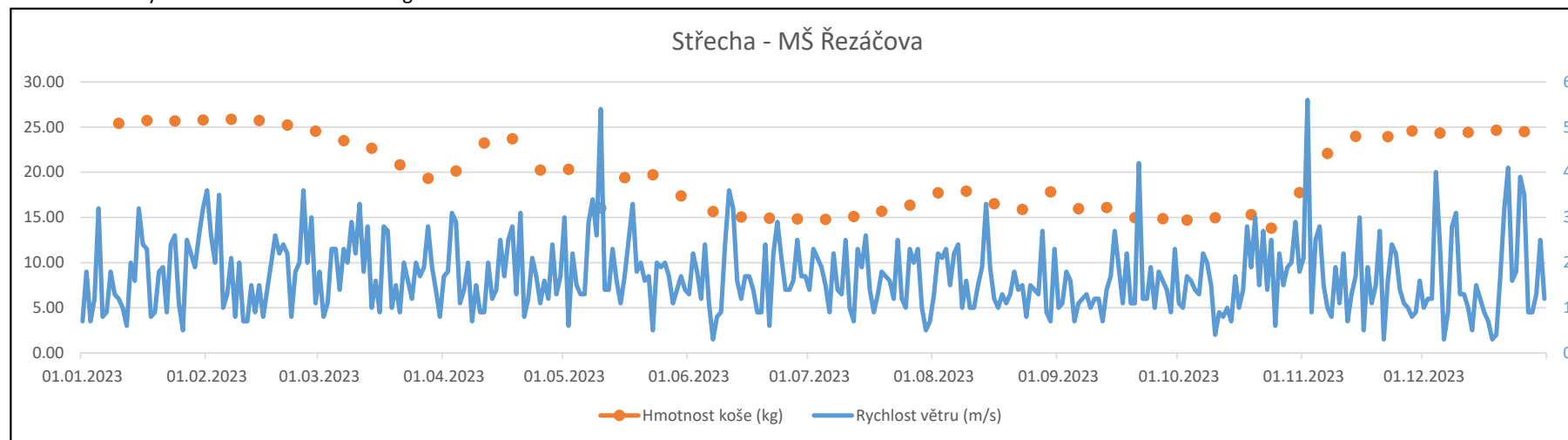
Graf závislosti teploty vzduchu a hmotnosti segmentu - MŠ Řezáčova



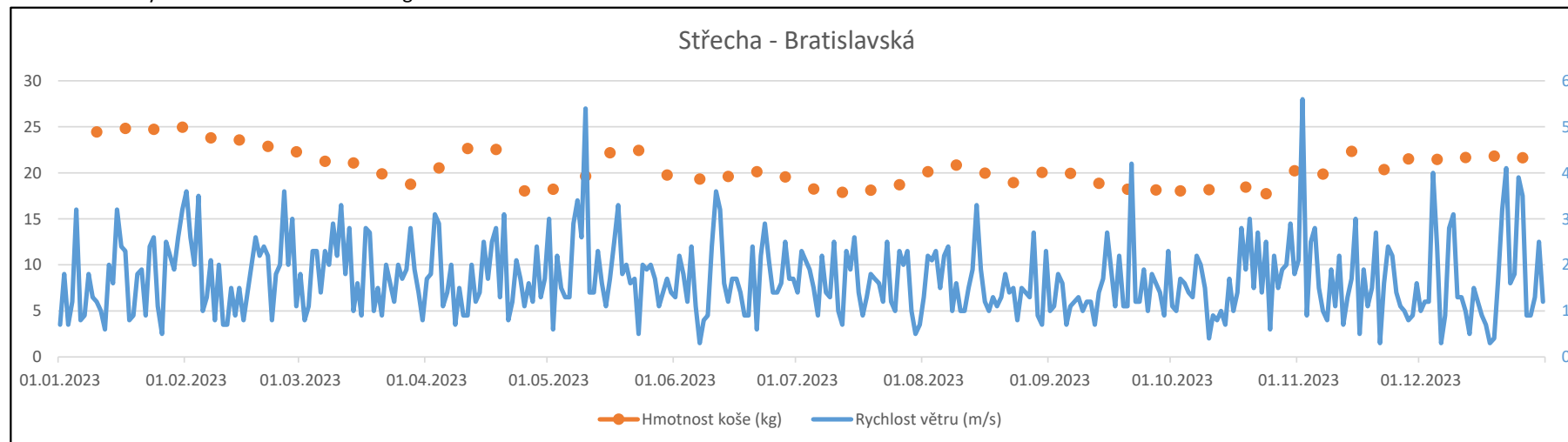
Graf závislosti teploty vzduchu a hmotnosti segmentu - Bratislavská 22



Graf závislosti rychlosti větru a hmotnosti segmentu - MŠ Řezáčova



Graf závislosti rychlosti větru a hmotnosti segmentu - Bratislavská 22





VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND CONSTRUCTION MANAGEMENT

P4 – Dokument Úřadu pro průmyslové vlastnictví – zařízení pro kontrolu ZS

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024



ČESKÁ REPUBLIKA
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ



OSVĚDČENÍ

O ZÁPISU UŽITNÉHO VZORU

Josef Kratochvíl
předseda
Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví

zapsal podle § 11 odst. 1 zákona č. 478/1992 Sb., v platném znění, do rejstříku

UŽITNÝ VZOR

číslo

35850

na technické řešení uvedené v příloženém popisu.



V Praze dne: 15.03.2022

Za správnost:

Jiří Voráček
oddělení rejstříků

Číslo zápisu: **35850**

Datum zápisu: 15.03.2022

Číslo přihlášky: **2021-39399**

Datum přihlášení: 24.11.2021

MPT: *A 01 G 9/033* (2018.01)
E 04 D 13/00 (2006.01)

Název: Zařízení pro kontrolu ozeleněných střech

Majitel: Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veverří

Původce: Ing. Martin Mohapl, Ph.D., Brno, Medlánky
Ing. Jan Jílek, Zábřeh

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 850

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A01G 9/033 (2018.01)

E04D 13/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39399**

(22) Přihlášeno: **24.11.2021**

(47) Zapsáno: **15.03.2022**

(73) Majitel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veverčí, CZ

(72) Původce:
Ing. Martin Mohapl, Ph.D., Brno, Medlánky, CZ
Ing. Jan Jílek, Zábřeh, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Libor Markes, Grohova 145/54, 602 00 Brno,
Veverčí

(54) Název užitého vzoru:
Zařízení pro kontrolu ozeleněných střech

CZ 35850 U1

Zařízení pro kontrolu ozeleněných střech

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení, které umožňuje neinvazivní kontrolu stavu rostlinné střešní pokrývky a jejího substrátu.

10 Dosavadní stav techniky

Současný klimatický vývoj vede k tomu, že se u nových i stávajících budov ve stále větší míře uplatňuje pokrytí střech a teras vegetací. Rostoucí potřeba ozelenování střech a teras klade velký důraz na výzkum a vývoj skladby vegetační pokrývky. Realizované zelené střechy je pak potřeba 15 dlouhodobě sledovat z hlediska funkčnosti jednotlivých vrstev a materiálů. K tomu však zatím chybí vhodné prostředky. Z technologického hlediska není například možné neinvazivně sledovat nasycenost celého souvrství.

Technické řešení si klade za úkol navrhnout zařízení, které by umožnilo dokonale vyhodnotit stav 20 konkrétní střešní pokrývky, a to i v laboratorních podmínkách.

Podstata technického řešení

25 Uvedený úkol řeší zařízení pro kontrolu ozeleněných střech, které je tvořeno a) maticí tvořenou pásem tuhého materiálu vytvarovaným do uzavřeného obrazce a okrajem položeným na podkladovou střešní krytinu, b) otevřeným košem ke vložení do matrice, který má svislé stěny lícující s maticí, a přitom výška jeho stěn odpovídá šířce pásu matrice.

30 Matrice je s výhodou upevněna na okraji otvoru vytvořeného v plochém podkladovém rámu položeném na střešní krytině, přičemž tvar otvoru odpovídá tvaru obrazce matrice.

Ve výhodném provedení jsou matrice i koš vyrobeny z perforovaného ocelového plechu.

35 Koš může být opatřen manipulačními oky.

Objasnění výkresů

40 Technické řešení bude dále objasněno pomocí výkresu, na němž obrázky představují oba díly výhodného provedení předmětného zařízení, a to obr. 1 je řez A-A podle obr. 2, který je půdorysem matrice, a obr. 3 je čelní pohled na koš, jehož půdorys je na obr. 4.

45 Příklady uskutečnění technického řešení

Konstrukce zařízení pro kontrolu ozeleněných střech znázorněná na obr. 1 až 4 je tvořena dvěma částmi: sestavou 1 matrice a samotným košem 2. Sestava 1 matrice se skládá z plochého podkladového rámu 3 a vlastní matrice 4. Ocelový podkladový rám 3 je 2 mm silný plech, má 50 půdorysné rozměry 700 x 700 mm a uvnitř ocelového čtverce je vyřezán otvor 5 s půdorysnými rozměry 460 x 460 mm. Na tento čtvercový podkladový rám 3 je kolmo pomocí L přílozek 6 připevněna matrice 4 z perforovaného ocelového plechu o výšce 100 mm. Půdorysné rozměry matrice 4 jsou 520 x 520 mm. Matrice 4 slouží k zamezení horizontálního pohybu vyjímatelného koše 2 a zároveň umožňuje, aby se vegetace díky otvorům ve stěnách plechů mohla propojovat 55 i vodorovným směrem. Příložky 6 tvaru L jsou umístěny na všech čtyřech stranách matrice 4, mají

délku 200 mm, jsou spojeny s podkladovým rámem 3 pomocí jednoho nýtu uprostřed a pak k němu přivařeny. Příložka 6 je nýtem spojena také s maticí 4. V jednodušším provedení zařízení může být matice 4 položena přímo na podkladové střešní krytině, tedy bez rámu 3.

- 5 Koš 2 je vytvořen z perforovaného plechu tloušťky 1,5 mm. Půdorysné rozměry koše 2 jsou 500 x 500 mm a výška jeho stěn odpovídá výšce vegetačního souvrství, zejména výšce substrátu, a rovněž odpovídá výšce matice 4. U prototypu je odzkoušena výška 100 mm. Koš 2 je vyroben z jednoho kusu plechu, aby se eliminoval počet spojů, které by mohly působením času a klimatických změn ztratit svou soudržnost. Ocelový materiál má protikorozi úpravu. Byl zvolen
10 z důvodů dostatečné únosnosti a nulové nasákavosti. Únosnost byla otestována při plné náplni vzorku substrátu. Byla zjištěna maximální únosnost 50 kg.

- V rozích koše 2 jsou upevněna fixní ocelová oka 7, která slouží k připevnění karabin. Pomocí karabin a manipulačních lan je možno koš 2 uchopit a vyjmout z matice 4. Tato lana, jsou vždy
15 po manipulaci odstraněna a koš 2, kromě obrysu matice 4 nezanechá žádné viditelné změny na povrchu střechy. Pokud je plocha pokryta vegetací, je zařízení naprosto k nerozeznání a střecha pak má celistvý vzhled bez vynechaných ploch.

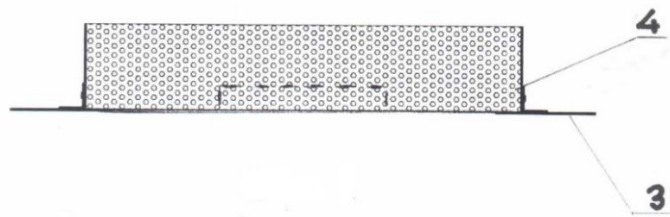
- Konstrukce zařízení byla vyvinuta k usnadnění zásahů do zelené střechy při kontrole jednotlivých
20 vrstev pokrývky jako součásti výzkumu klimatických vlivů za určité období. Zařízení slouží k vyjmutí segmentu střešní pokrývky a jejích jednotlivých vrstev bez narušení primární hydroizolační vrstvy výřezem. Ve vyjmutém segmentu vegetace pak lze zkoumat prorůstání kořenů směrem svislým i vodorovným a zejména pak stav jednotlivých vrstev zeminy a její nasycenost vodou (kg/m²). Konečně to umožňuje i kontrolu degradace izolačních materiálů střešní
25 konstrukce. Celý koš 2 s vegetací pak lze přemístit například do laboratoře a po provedení potřebných testů opět bez problému vrátit na původní místo. Nedochozí tak ke zbytečným invazivním zásahům do skladby vegetační pokrývky a k možnému poškození střešní konstrukce. Vyjmutý segment bude po vrácení opět plnit funkci jako standardní skladba dané střechy.

NÁROKY NA OCHRANU

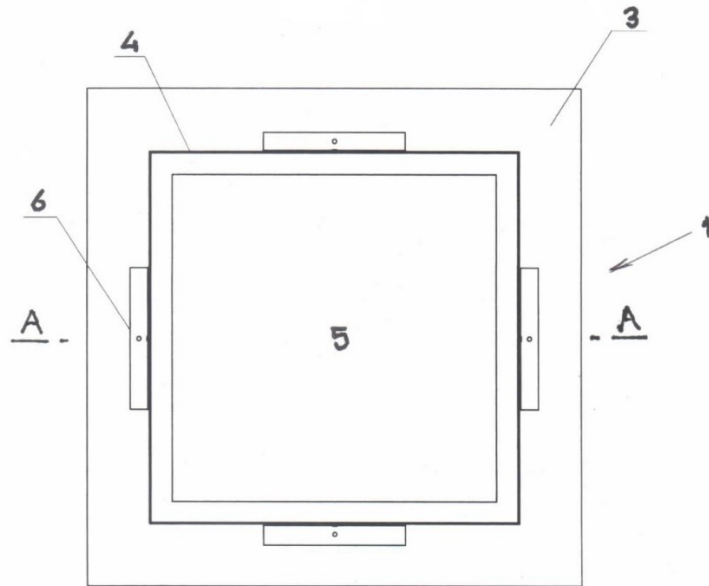
- 5 1. Zařízení pro kontrolu ozeleněných střech, **vyznačující se tím**, že je tvořeno a) maticí (4) tvořenou pásem tuhého materiálu vytvarovaným do uzavřeného obrazce a okrajem položeným na podkladovou střešní krytinu, b) otevřeným košem (2) ke vložení do matrice (4), který má svislé stěny líčující s maticí (4), přičemž výška stěn koše (2) odpovídá šířce pásu matrice (4).
- 10 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že matrice (4) je upevněna na okraji otvoru (5) vytvořeného v plochém podkladovém rámu (3) položeném na střešní krytině, přičemž tvar otvoru (5) odpovídá tvaru obrazce matrice (4).
- 15 3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že matrice (4) i koš (2) jsou vyrobeny ve tvaru čtverce z perforovaného ocelového plechu.
4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že koš (2) je opatřen manipulačními oky (7).

1 výkres

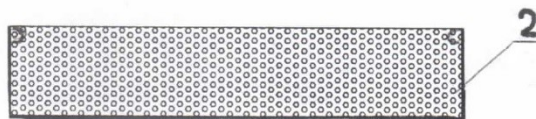
20



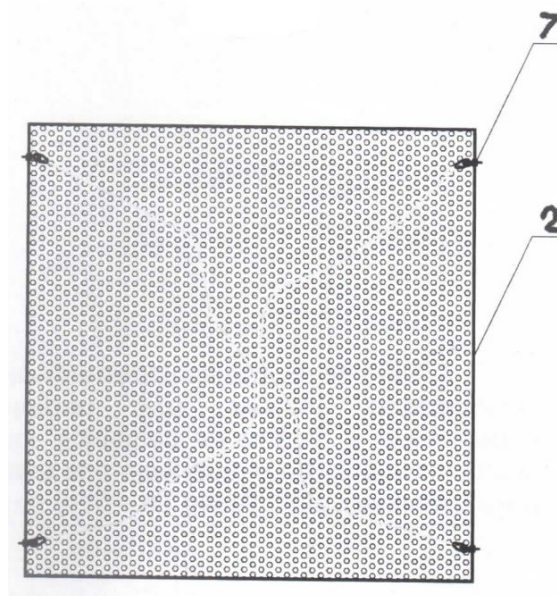
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ STAVEB

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MECHANIZATION AND COSTRUCTION MANAGEMENT

P5 – Dotazník údržby extenzivní zelené střechy

DISERTAČNÍ PRÁCE

DISSERTATION

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. et Ing. JAN JÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN MOHAPL, Ph.D.

BRNO 2024

Dobrý den,

jmenuji se Jan Jílek a studuji na Fakultě stavební VUT v Brně. V rámci své disertační práce se zabývám údržbou zelených střech a její optimalizací. Rád bych Vás proto požádal o vyplnění níže uvedeného dotazníku, který mi poskytne cenné informace ke zpracování disertační práce a zaslání dotazníku zpět na emailovou adresu. Předem Vám moc děkuji za Váš čas.

Email: jan.jilek93@seznam.cz

1. Jaký typ zelený střechy máte?

- extenzivní zelená střecha
- semiintenzivní zelená střecha
- intenzivní zelená střecha
- nevím
- jiná: _____

2. Jak často a v kterém období provádíte údržbu zelené střechy?

- méněkrát než 1x za rok – uveďte kolikrát: _____
- 1x za rok
- 2x za rok
- vícekrát za rok – uveďte kolikrát: _____

3. Co obnáší Vaše údržba zelené střechy?

Volná odpověď:

4. Jaké finanční prostředky vynaložíte na údržbu zelené střechy?

- < 1000 Kč / údržbu
- 1000 - 2000 Kč / údržbu
- 2000 - 5000 Kč / údržbu
- > 5000 Kč / údržbu

5. Jak dlouho Vám trvá jedna údržba?

- < 1 h / údržbu
- 1 h - 5 h / údržbu
- 5 h - 8 h / údržbu
- jinak dlouho: _____

6. Jakým způsobem provádíte údržbu?

- svépomocí
- dodavatelsky – firma, zahradník, aj.: _____

7. Jaká je plocha Vaší zelené střechy (m²)?

Volná odpověď:

8. Jaké druhy vegetace jsou na Vaší zelené střeše?

- rozchodníky, trvalky, netřesky
- jiné rostliny, uveďte které: _____
- nevím

9. Měl byste zájem o poskytnutí optimalizovaného plánu údržby, nebo Vám stačí informace poskytnuté od dodavatele, případně z internetu?

- ano, měl bych zájem o plán údržby
- možná, dosavadní informace jsou neúplné a nesrozumitelné
- ne, dosavadní informace jsou dostatečné

Děkuji za vyplnění dotazníku!

Jílek