

Vegetační střechy

Hydrofilní minerální vlna

1. PROČ JE DOBRÉ OZELENIT STŘECHU

2

Zvýšená estetická a architektonická hodnota	2
Sociální aspekt	2
Redukce tepelného ostrova	2
Lokální zlepšení životního prostředí	2
Zlepšení mikroklimatu uvnitř budovy	3
Lepší hospodaření s vodou	3
Zvýšená schopnost tlumit hluk	3

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

4

Doporučené tloušťky vegetační vrstvy a hloubka volné vody (jezírka)	4
Úsporná střecha ISOVER	5
Střešní louka ISOVER	6
Střešní zahrada ISOVER	7
Jezírko ve střešní zahradě ISOVER	8
Šikmá střecha ISOVER	9
Grill střecha ISOVER	10

3. PROJEKT

11

Požadavky na konstrukci střechy	11
Hospodaření s vodou	11
Hydroakumulace	13
Odvádění přebytečné vody ze střechy	14
Ochrana proti sání větru	15
Ukázka výpočtu Úsporné střechy ISOVER	16
Stavební detaily	
Úsporná střecha ISOVER	17
Šikmá střecha ISOVER	19

4. REALIZACE A ÚDRŽBA

20

Realizace	20
Seznam rostlin	23

5. PRODUKTY PRO VEGETAČNÍ STŘECHY

24

6. REFERENČNÍ STAVBY

26

1. PROČ JE DOBRÉ OZELENIT STŘECHU

ZVÝŠENÁ ESTETICKÁ A ARCHITEKTONICKÁ HODNOTA

Vegetační střechy vrací zeleň do měst a kompenzují zábor půdy velkoplošnou výstavbou, dle jednoho z principů funkcionalistů, Le Corbusierem. Mají pozitivní psychologické účinky, snižují napětí a stres a poskytují prostor pro relaxaci, pokud jsou architektonicky funkčně zapojeny do provozu budovy. Atraktivita takových objektů je zřejmá nejen u bytových objektů, ale i u administrativních objektů, kde se vytváří společný prostor pro relaxaci a setkávání.



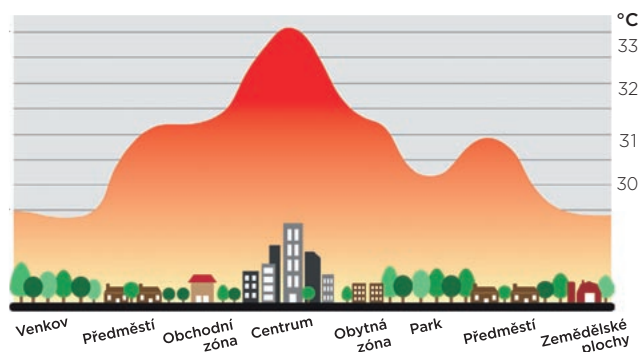
SOCIÁLNÍ ASPEKT

Střešní terasa s pohledovou zelení může být **doplněna i o skutečnou funkční zahradu**, kde si nájemníci bytového domu mohou dokonce pěstovat zeleninu. Tento koncept se již osvědčil např. v komunitních zahradách ve Vídni či Berlíně. Pointou je na společné střešní zahradě pěstovat zeleninu a bylinky pro užitek svůj či celé komunity. Adekvátně k tomu může mít každý rezident svůj záhon. Střešní zahrada často slouží i jako místo pro pořádání různých akcí, např. grilování, s unikátním výhledem do okolí, meetingy s klienty, atd.

REDUKCE TEPELNÉHO OSTROVA

Klima v městské zástavbě vykazuje znatelně vyšší teploty než nezastavěná okolní krajina. Budovy, betonové a asfaltové povrchy ulic absorbují přes den obrovské množství tepla ze slunce, které následně vyzařují do okolí. Teplota v centru měst je díky tomu

to efektu o 1–3 °C vyšší oproti venkovské krajině (ve večerních hodinách to může být až o 10 °C). Městské tepelné ostrovy mají nejenom negativní vliv na lidi, kteří v nich žijí, zvyšují také náklady na chlazení budov a toto zvýšení teploty následně ovlivňuje i negativně množství srážek ve městě a jeho okolí.



Přehřívání center měst vede navíc ke stoupání teplého vzduchu, který s sebou ze země zvedá prach a další nečistoty, které pak následně dýcháme. Vyšší teplota vzduchu spolu s polutanty také urychluje tvorbu smogu.

Zelená infrastruktura – zeleň v parcích, zelených střechách a stěnách výrazně **redukuje efekt tepelného ostrova**. Základním mechanismem je odpařování vody z vegetace (evapotranspirace) a vodních ploch, čímž se 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 vegetační střechy může odpovídat úspoře 70 kWh energie potřebné na chlazení budovy v letních vedrech.

LOKÁLNÍ ZLEPŠENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Oproti lesnímu ekosystému je ve městech 10× vyšší koncentrace SO₂, 20× vyšší koncentrace CO₂ a 30× vyšší koncentrace CO a prachu. Zeleň na střechách pomáhá výrazně redukovat znečištění vzduchu městského prostředí. Fotosyntézou rostliny spotřebovávají oxid uhličitý a zpět vrací čistý kyslík. Jeho množství je závislé na druhu a velikosti vegetace, která je na střechu vysazena. Rozhodující je její listová plocha. Čím hustší vegetace, tím vyšší produkce kyslíku.

1. PROČ JE DOBRÉ OZELENIT STŘECHU

Druh vegetace	Výška vegetace (cm)	Index listové plochy – LAI (m ²)
Střecha s rozchodníkovým porostem	do 8	1
Střecha s hustým rozchodníkovým porostem	10	2,4
Trávník intenzivní	3	6
Trávník v parku	6	10
Střecha s travinami	15–50	50–100
Louka	60	až 225

25 m² listové plochy zeleně vyprodukuje za den tolik kyslíku, kolik ho člověk za stejný čas spotřebuje. (zdroj: Prof. Dr.-Ing. Gernot Minke, kniha Zelené střechy)

Hustota olistění také určuje schopnost zachytávat prach a škodliviny z ovzduší. Ulpělý prach s polutanty se při dešti dostává do vegetační vrstvy, kde se stává součástí substrátu. Zeleně kromě okysličování vzduchu zvyšuje i jeho vlhkost, čímž pozitivně ovlivňuje jeho kvalitu.



ZLEPŠENÍ MIKROKLIMATU UVNITŘ BUDOVY

Vegetační střechy kromě toho, že okysličují a čistí vzduch, také snižují tepelné výkyvy obytných prostor těsně pod střechou. Týká se to zimních i letních měsíců. Příspěvek vegetační vrstvy do tepelné bilance střechy se pohybuje v řádu několika cm, v porovnání s běžnými izolacemi (podle množství substrátu a jeho vlhkosti). **Hydrofilní minerální vlna si zachovává dobré izolační vlastnosti i po nasycení vodou.** Její příspěvek do tepelné bilance střechy je přibližně 5x vyšší oproti substrátu, proto je výhodné ji do vegetační střechy přidávat a zohledňovat také v tepelně-technickém výpočtu.

LEPŠÍ HOSPODAŘENÍ S VODOU

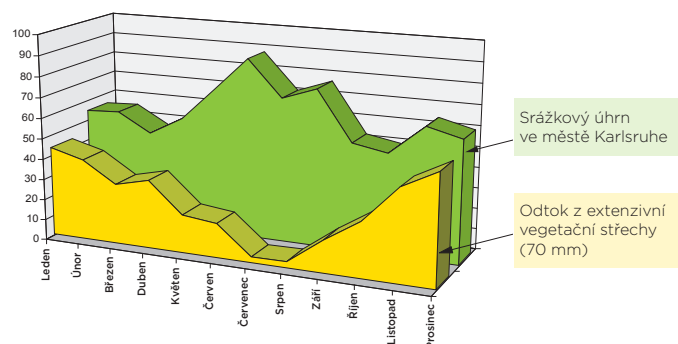
Odtok dešťové vody z běžné střechy s hydroizolací se pohybuje mezi 95–100 %. Zelená střecha dokáže toto množství **redukovat minimálně na 50 %**, ale existují i typy zelených střech, které odtok redukují na pouhých 5 %. Pro tyto retenční střechy je vhodné použít i hydroakumulační desky ISOVER.

Hospodaření s dešťovou vodou je v současnosti „žhavé téma“. Zbytečně odtékající dešťová voda nadměrně zatěžuje systém městské kanalizace a čistírny odpadních vod. Navíc ředění odpadní vody neprospívá správné činnosti čistíren a dešťová voda je přečištěna úplně zbytečně. Dešťovou vodu je přitom možné v budově využít například na splachování toalet, údržbu a úklid, nebo

na zalévání. S odváděním dešťové vody do kanalizace je navíc u budov, které nejsou určené k trvalému bydlení spojen poplatek za stočné. Podrobnosti k výpočtu viz kapitola Projekt (str. 16).



Čím dál více měst budovy se zelenými střechami podporuje (Paříž), nebo přímo požaduje (Linec). **Pražské stavební předpisy** z roku 2016 v paragrafu 38 vysloveně uvádí, že „Minimální retenční (celkový objem retenování, opatření, jako jsou průlehy v zeleni, otevřené příkopy, vegetační střechy, nádrže, retenční potrubí nebo trubní retenční aj.) pro regulované odvádění srážkových vod musí být taková, aby nedocházelo k většímu odtoku než 10 l·s⁻¹ z hektaru plochy pozemku při třicetiminutovém dešti desetiletého maxima, nestanoví-li správce toku jinak.“ V projektové části tohoto katalogu je popsán výpočet skladeb s hydrofilní vlnou ISOVER právě na tento požadavek.



Celková akumulační kapacita střechy byla naměřena **57 %** (zdroj: Prof. Dr.-Ing. W. Dickhaut, konference IGRA 2015, přednáška Stormwater Management)

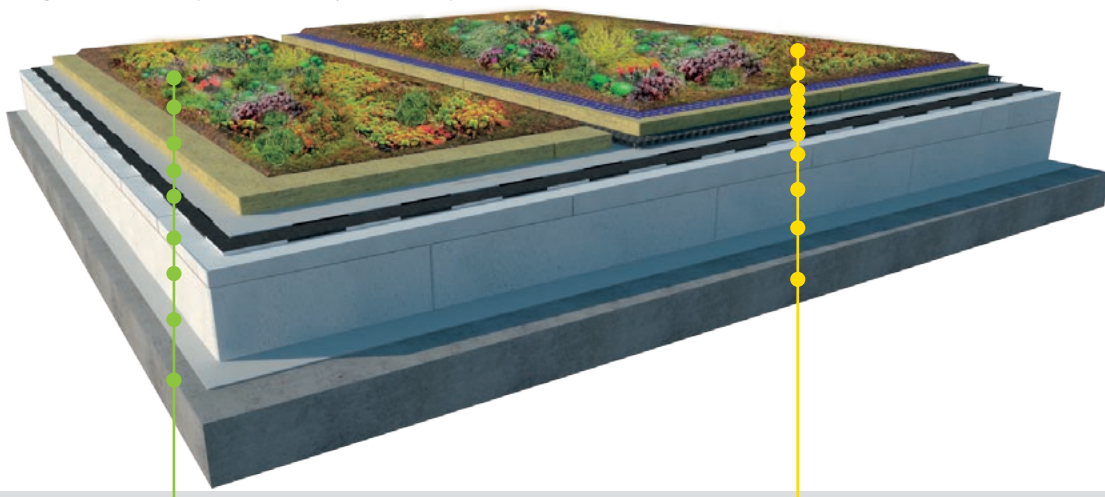
ZVÝŠENÁ SCHOPNOST TLUMIT HLUK

Vegetační souvrství střechy **dokáže pohlcovat zvuk**, který by se šířil z venkovního prostředí do interiéru. U výrobních hal je zase opačný problém, je třeba omezit hluk, který se šíří ven a rušil by okolní zástavbu. Vegetační střechy založené na lehké střešní konstrukci, například na trapézovém plechu nebo na dřevěných vaznicích, je téměř nemožné zatížit silnou vrstvou substrátu. Pro tyto případy jsou nejvhodnější skladby vegetační střechy s hydrofilní minerální vlnou. Ta totiž působí nejenom jako tepelná izolace, **její funkce je současně i akustická. Zlepšení** vzduchové neprůzvučnosti oproti střeše bez ozelenění je **6 dB** – to je velmi vysoká hodnota. Rozdíl 10 dB vnímá člověk jako zvuk s poloviční hlasitostí.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

ÚSPORNÁ STŘECHA ISOVER

Nejčastějším typem ozeleněných střech jsou právě tyto skladby s **nízkou extenzivní vegetací**. Jsou nenáročné na údržbu a také jsou cenově nejdostupnější. Ideální jsou nízké trsovitě sukulentní rostliny, které se samovolně plošně rozrůstají a regenerují. Mezi doporučené rostliny patří rozchodníky, netřesky a další rostliny, které se zvládnou vypořádat s extrémními podmínkami – dlouhotrvajícím suchem, větrem a přímým slunečním zářením. Obvyklá skladba ze sortimentu ISOVER sestává z jedné desky Isover FLORA (50 mm) a minimální vrstvy substrátu (30 mm). **V případě velmi malého sklonu střechy (0–4%) je doporučeno použít drenážní fólii jako ochranu proti přemokření.** Úsporná střecha je vhodná i pro rekonstrukce.



Základní skladba pro sklon 4–8%:

- Řízky rozchodníků nebo rozchodníkový koberec
- 30–100 mm extenzivní minerální substrát (např.: ACRE extenzivní, ...)
- 50 mm Isover FLORA
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 100 se spádovou úpravou; Isover S, S-i + podklad Isover SD/DK)
- Tepelná izolace základní (např. Isover EPS 70, Isover T, Isover LAM 50)
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. lehká dřevěná konstrukce, betonový strop, trapézový plech)

Upravená skladba pro sklon 0–4%:

- Řízky rozchodníků nebo rozchodníkový koberec
- 30–100 mm extenzivní minerální substrát (např.: ACRE extenzivní, ...)
- Stabilizační geogrid (např. Vertex G120) v případě zvýšeného namáhání větrem (u výškových budov, nebo v oblastech se zvýšeným sáním větru)
- 50 mm Isover FLORA
- Drenážní nopová fólie pro odvodňování velkých ploch (na základě výpočtu; např. Platon DE20, ...)
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 100 se spádovou úpravou; Isover S, S-i + podklad Isover SD/DK)
- Tepelná izolace základní (např. Isover EPS 70, Isover T, Isover LAM 50)
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. lehká dřevěná konstrukce, betonový strop, trapézový plech)

Základní skladbu je možné použít **i bez výpočtu** na ozelenění garáží, pergol a jiných menších střech s plochou do 50 m² se sklonem min. 2–4°, pokud tyto střechy nejsou vystaveny zvýšenému působení větru. Tímto je myšleno umístění v městské zástavbě, kde střecha je od větru chráněna okolními budovami, stromy apod. **U střech větších rozměrů**, složitějších tvarů, nebo umístěných u otevřených ploch s větší intenzitou větru je nutné provést **výpočet** stability a drenážní kapacity. Pro zvýšení odolnosti proti sání větru se používají stabilizační gridy (mřížky) viz str. 21. Pro zvýšení drenážní kapacity se používají doplňkové drenáže desky, jak je naznačeno ve druhé variantě Úsporné střechy.

REKAPITULACE

Výška souvrství	80–150 mm
Výška rostlin	50–100 mm
Doporučené rostliny	rozchodníky, netřesky, mrazuvzdorné kaktusy, ...
Hmotnost za vlhka	90–200 kg·m ⁻²
Akumulace vody	51–100 l·m ⁻²
Základní drenážní kapacita desek Isover FLORA ve sklonu 2°	1,53 l·s ⁻¹ ·m ⁻¹
Součinitel odtoku C	0,5
Náročnost údržby	velmi malá – 1× ročně
Nutnost umělé závlahy	ne
Pochůznost	ne (pouze pro údržbu ano)
Orientační cena*	500–700 Kč·m ⁻²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

STŘEŠNÍ LOUKA ISOVER

Skladby s polointenzivní vegetací jsou stále ještě nenáročné na údržbu, ale umožňují osázet i **širší spektrum rostlin**. Nejčastějším typem zeleně jsou právě společenstva bylin a trav. Tloušťka vegetační vrstvy pro zakořeňování rostlin se pohybuje mezi 200–300 mm. Desky Isover FLORA by měly tvořit přibližně polovinu této výšky. Zасыпávají se vrstvou substrátu ve výšce minimálně 100 mm, podle náročnosti rostlin a architektonického řešení. Desky Isover FLORA lze vrstvit se substrátem v min. tloušťkách 50 + 50 mm. **V případě velmi malého sklonu střechy (0–4%) je doporučeno použít drenážní fólii jako ochranu proti přemokření.** Tato skladba je po ověření statické únosnosti vhodná i pro rekonstrukce.



Základní skladba:

- Sázené nebo seté rostliny
- 100–200 mm extenzivní, nebo intenzivní minerální substrát (např.: ACRE extenzivní nebo polointenzivní, ...)
- 50–100 mm Isover FLORA
- Filtrační textilie 100 g·m⁻²
- Drenážní nopová folie (např. Platon DE25)
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 150 se spádovou úpravou; Isover S + podklad Isover SD/DK)
- Tepelná izolace základní (např. Isover EPS 100, Isover S)
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. betonový strop, dřevěná konstrukce vyšší únosnosti)

Upravená skladba:

- Sázené nebo seté rostliny
- 100 mm extenzivní, nebo intenzivní minerální substrát (např.: ACRE extenzivní nebo polointenzivní, ...)
- Vrstvení minerálního substrátu a Isover FLORA (např.: 50 + 50 mm)
- Filtrační textilie 100 g·m⁻²
- Drenážní nopová folie (např. Platon DE25)
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 150 se spádovou úpravou; Isover S + podklad Isover SD/DK)
- Tepelná izolace základní (např. Isover EPS 100, Isover S)
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. betonový strop, dřevěná konstrukce vyšší únosnosti)

Na rozdíl od Úsporné střechy lze základní variantu této střechy použít prakticky všude, kde to dovolí únosnost střechy (je nutné provést statický výpočet, zejména pokud se jedná o rekonstrukce). Deska z hydrofilní vlny o tl. 100 mm může dostatečně odvodnit větší plochu než 50 m². Doporučuje se provést výpočet drenážní kapacity. Přetížení **100–200 mm substrátu je obvykle dostatečné pro odolávání sání větru** ve větrných oblastech 1–3. Pokud ale přesto je potřeba účinněji odvést vodu a stabilizovat proti působení větru, skladba se doplní o čistou drenážní nopovou fólii a z vrchní strany stabilizuje geogridem (mřížkou z geosyntetiky).

REKAPITULACE

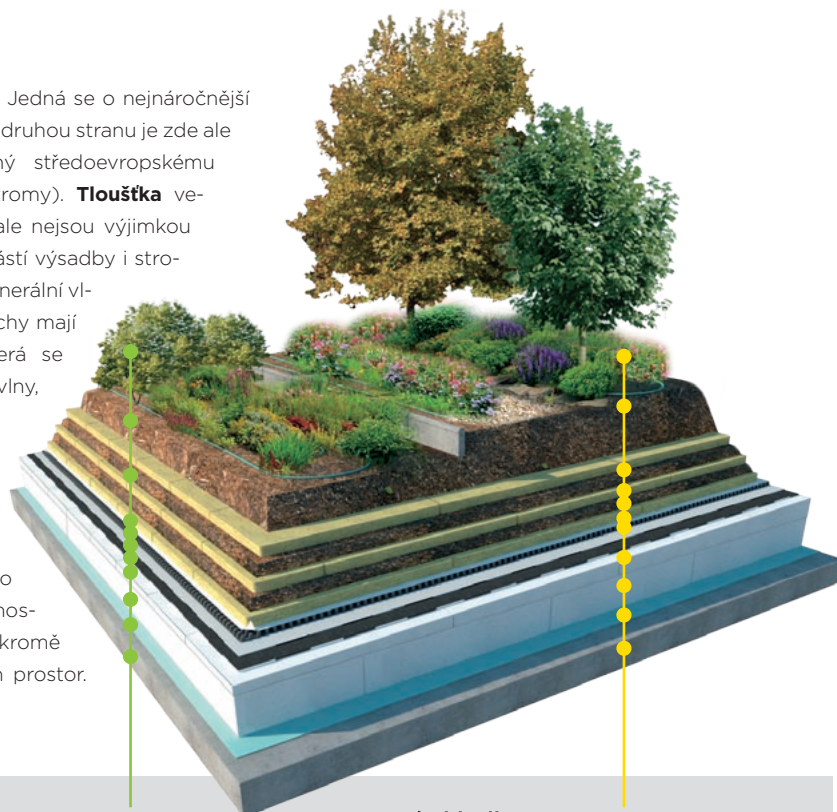
Výška souvrství	200–300 mm
Výška rostlin	150–500 mm
Doporučené rostliny	byliny, trávy, drobné keře, ...
Hmotnost za vlhka	230–350 kg·m ⁻²
Akumulace vody	120–150 l·m ⁻²
Součinitel odtoku C	0,3
Náročnost údržby	střední – odvislá od volby rostlin
Nutnost umělé závlahy	ne
Pochůznost	částečná
Orientační cena*	700–1000 Kč·m ⁻²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

STŘEŠNÍ ZAHRADA ISOVER

Patří mezi střechy s intenzivní střešní vegetací. Jedná se o nejnáročnější a nejnákladnější skladby vegetačních střech. Na druhou stranu je zde ale téměř neomezený výběr rostlin uzpůsobený středoevropskému klimatickému pásmu (trvalky, jahody, keře, stromy). **Tloušťka** vegetační vrstvy zpravidla začíná na **300 mm**, ale nejsou výjimkou tloušťky až 1000 mm, zvláště pokud jsou součástí výsadby i stromy. Substrát se částečně nahrazuje hydrofilní minerální vlnou vyšší pevnosti (Isover INTENSE). Tyto střechy mají **obrovskou hydro-akumulační schopnost**, která se zvyšuje úměrně k množství použité hydrofilní vlny, která dokáže pojmout už v základní tloušťce 50 mm účtyhodných 45 l vody na m². Deskami z hydrofilní vlny lze volně přejít i do střešního jezírka, které může být součástí střešní zahrady. Intenzivní zeleň vyžaduje stálou péči a údržbu s automatickou závlahou. Plánování intenzivního ozelenění by mělo být v souladu s širší návazností na projekt budovy. Vysoké rostliny mají vliv kromě statiky také na oslunění a údržbu navazujících prostor. Nejsou zpravidla vhodné pro rekonstrukce.



Základní skladba:

- Sázené rostliny doplněné o kapkovou závlahu
- 300–400 mm intenzivní minerální substrát (např.: ACRE intenzivní, ...)
- 50–100 mm Isover INTENSE (vrstvena po 50 mm se substrátem)
- Filtrační textilie 100 g·m⁻²
- Nopová folie s vyšší únosností a hydroakumulací (např. Platon DE40, ...)
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace základní
- Tepelná izolace ve spádu (např. Isover EPS 150) (např. Isover EPS 150, Synthos XPS Prime G 30 L)
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. betonový strop vyšší únosnosti)

Upravená skladba:

- Sázené rostliny, keře a stromy doplněné o kapkovou závlahu
- 100–500 mm intenzivní minerální substrát (např.: ACRE intenzivní, ...)
- 100–300 mm Isover INTENSE (vrstvena po 50 mm se substrátem)
- Filtrační textilie 100 g·m⁻²
- Nopová folie s vyšší únosností a hydroakumulací (např. Platon DE40, ...)
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace základní
- Tepelná izolace ve spádu (např. Isover EPS 150) (např. Isover EPS 150, Styrodur 3000 CS (SQ))
- Parozábrana
- Nosná konstrukce (např. betonový strop vyšší únosnosti)

Rozdíl mezi základní a upravenou skladbou je ve výšce vegetačního souvrství. Pro stromy se doporučuje minimálně 600 mm vegetačního souvrství. Díky unikátní kombinaci substrátu a hydrofilní vlny dokáže zachytit střecha až **90 % dešťových srážek**. Množství hydrofilní vlny by mělo tvořit optimálně polovinu vegetačního souvrství. Při výsadbě větších keřů a stromů je také nutné tyto velké rostliny stabilizovat, aby se nevyvrátily. Stabilizace se provádí např. do kari sítě položené do spodní části vegetační vrstvy.

REKAPITULACE

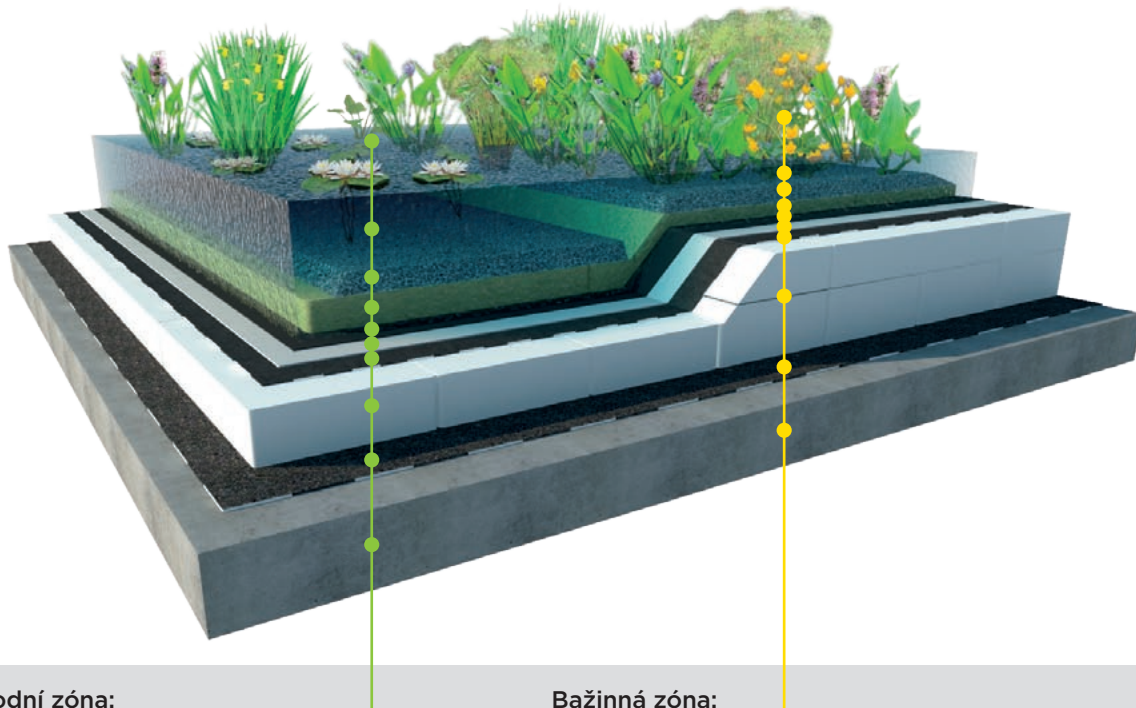
Výška souvrství	300+ mm
Výška rostlin	neomezeně
Doporučené rostliny	travník, trvalky, keře, stromy, zelenina
Hmotnost za vlhka	450+ kg·m ⁻²
Akumulace vody	100+ l·m ⁻²
Součinitel odtoku C	0,1–0,3
Náročnost údržby	střední až vysoká – dle volby rostlin
Nutnost umělé závlahy	ano
Pochůznost	ano
Orientační cena*	1200+ Kč·m ²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

JEZÍRKO VE STŘEŠNÍ ZAHRADĚ ISOVER

Střešní jezírko není tak náročné a nákladné, jak se na první pohled může zdát. Jeho hmotnost bude stejná, nebo dokonce nižší než u střešní zahrady. Nebudou zde žádné velké těžké stromy nebo košaté keře, ale pouze vodní rostliny, které zakoření i v malém množství vodního substrátu. **Hydrofilní minerální vlna** je **ideálním materiálem** právě pro tyto konstrukce.



Mělkovodní zóna:

- Vodní rostliny
- 200–400 mm voda
- 50 mm kačírek frakce 2/16 mm
- 100 mm Isover FLORA nebo Isover INTENSE
- Jezírková fólie
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 150, Synthos XPS Prime G 30 L)
- Parozábrana se zvýšeným difuzním odporem
- Nosná konstrukce (např. betonový strop vyšší únosnosti)

Bažinná zóna:

- Vodní rostliny
- 100–200 mm voda
- 50 mm kačírek frakce 2/16 mm
- 50 mm Isover FLORA nebo Isover INTENSE
- Jezírková fólie
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Tepelná izolace (např. Isover EPS 150, Styrodur 3000 CS (SQ))
- Parozábrana se zvýšeným difuzním odporem
- Nosná konstrukce (např. betonový strop vyšší únosnosti)

Možnosti střešního jezírka jsou určeny především finančními možnostmi investora. Technicky je možné provést na střeše i hlubší jezírko, které by sloužilo ke koupání, nebo k pěstování leknínů a dalších rostlin, které potřebují větší hloubku (min. 50 cm). Na běžné střeše většinou stačí mělký mokřad. Základní seznam vodních rostlin je uveden na konci kapitoly Realizace. Finanční náročnost je podobná jako u střešní zahrady. Použití EPS nebo XPS je určeno statickým výpočtem.

REKAPITULACE

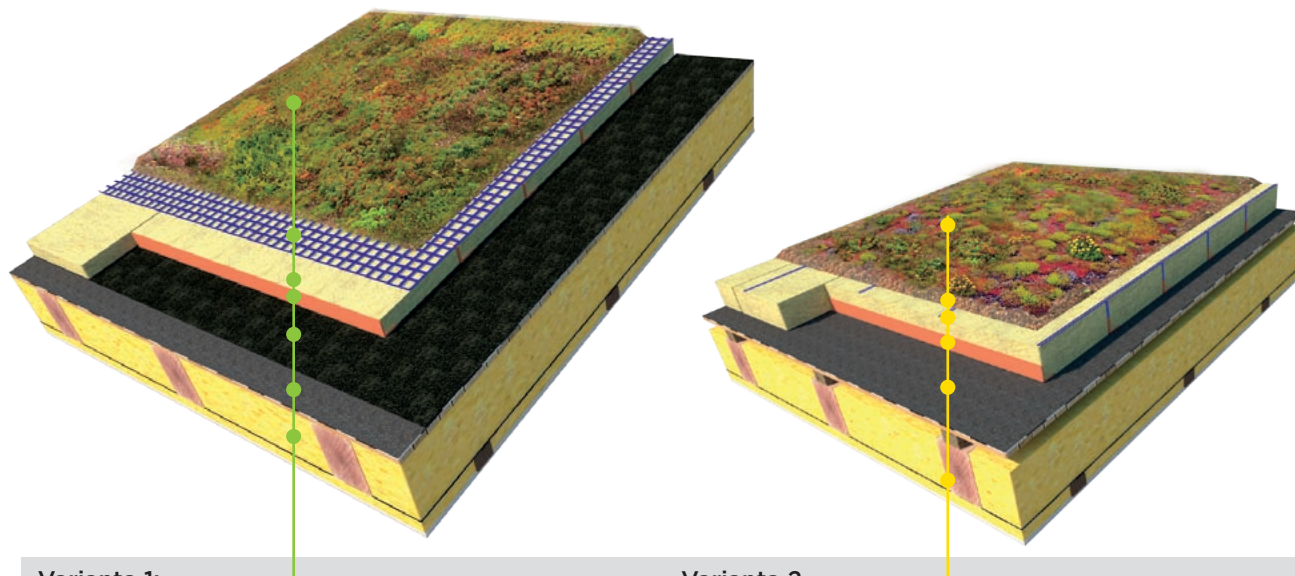
Výška pevného souvrství	100–150 mm (zbytek voda)
Výška rostlin	400–800 mm
Doporučené rostliny	viz seznam rostlin
Hmotnost včetně rostlin	220–650 kg·m ⁻²
Akumulace vody	téměř 100 % dešťové vody
Součinitel odtoku C	0 (pouze nouzový přepad do kanalizace)
Náročnost údržby	střední až vysoká
Nutnost umělé závlahy	ano
Pochůznost	ne
Orientační cena*	1000–1500 Kč·m ⁻²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

ŠIKMÁ STŘECHA ISOVER

Tyto střechy jsou vhodné hlavně pro novostavby, kde je střecha od první chvíle projektována pro budoucí ozelenění. Velmi důležitým prvkem u těchto střech je **stabilizace** souvrství proti sesedání, ujíždění a sání větru. Dále pak **drenážní zpomalovače** a bezpečnostní prvky. Šikmé střechy se většinou ozeleňují rozchodníkovým kobercem, jehož výška je cca 50–100 mm. Alternativou je použití předpěstovaných zatravnovacích ecorastrů. Pro malé sklony se používají desky Isover FLORA, pro strmé střechy jen desky Isover INTENSE. Tyto střechy je možné řešit jako extenzivní (rozchodníkový koberec), polointenzivní/intenzivní (sázené rostliny, nebo jako intenzivní (trávníkový koberec). V případě střešního trávníku je nutná pravidelná zálivka, která může být realizována **kapkovou zálahou**.



Varianta 1:

- Předpěstovaný ecorastr nebo rozchodníkový koberec
- Stabilizační geogrid (např. Vertex G120)
- Isover INTENSE 50 mm
- Vkládaný drenážní zpomalovač z hydroizolace (např. EPDM, ...), vzdálenost mezi zpomalovači dle výpočtu (viz. str. 13)
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Konstrukce střechy

Varianta 2 (pro malé sklony střechy):

- Sázené rostliny, rozchodníkový koberec nebo předpěstovaný ecorastr
- Extenzivní substrát 30–50 mm
- Stabilizační poplastovaný geogrid (viz kapitola Projekt)
- Isover FLORA 50–100 mm
- Drenážní zpomalovač (viz. str. 13)
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Konstrukce střechy

Varianta 1 je vhodná pro většinu šikmých vegetačních střech (i pro velmi strmé střechy). Při použití hydrofilní minerální vlny v šikmých střechách je nezbytné použít drenážní zpomalovače, protože jinak by voda ze střechy odtékala zbytečně rychle a horní část střechy by byla suchá a rostliny by zde uhynuly. **Drenážní zpomalovač** je v tomto případě tvořený **pásem hydroizolace**, který se vkládá mezi dvě desky hydrofilní vlny. Velmi záleží na sklonu střechy a na tom, kolik vody je potřeba ve střeše držet. Zpomalovače mohou být ve velmi strmých střechách dokonce po 15 cm a bude zde nutné místo desek Isover FLORA použít desky Isover INTENSE, které mají silnější hydroakumulaci. Podrobnosti jsou uvedeny v kapitole Projekt, stejně jako kotvení geogridu a dimenzování odvodňovacího prvku pod zpomalovači.

Varianta 2 je vhodná spíše pro menší sklony střech a pro střechy, kde se počítá se **složitějším uspořádáním rostlin**. Rozdíl oproti variantě 1 je v tloušťce minerální vlny, která umožňuje výsadbu jednotlivých rostlin, protože zde místo hustého geogridu je pouze doplňkové kotvení pogumovaným drátem. Silnější vegetační vrstva také umožní vysetí trávníků, který ale nebude pochozí.

REKAPITULACE

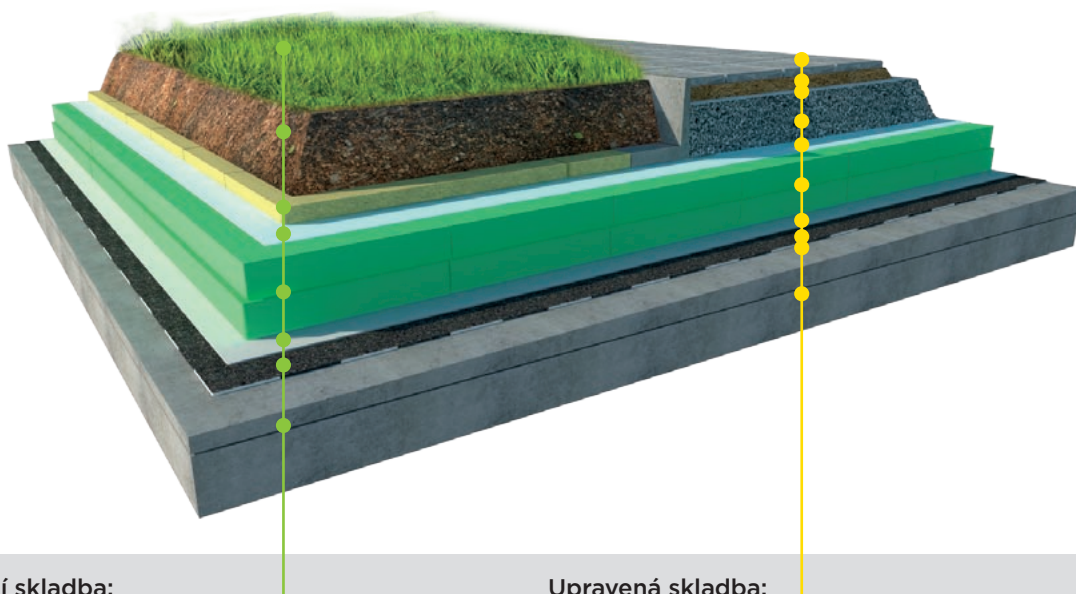
Výška souvrství	80–150 mm
Výška rostlin	50–100 mm
Doporučené rostliny	rozchodníky, netřesky
Hmotnost za vlhka	90–200 kg·m ⁻²
Akumulace vody	30–70 l·m ⁻²
Součinitel odtoku C (se zpomalovači dle projektu)	0,4–0,6
Náročnost údržby	nízká až střední
Nutnost umělé zálahy	závisí na porostu
Pochůznost	ne
Orientační cena*	1200+ Kč·m ⁻²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin.

2. VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ

GRILL STŘECHA ISOVER

Spojení intenzivní střešní zahrady a terasy dává jedinečnou možnost vytvořit ze střechy opravdovou relaxační zónu. Tato střecha je plně pochozí a tomu odpovídá i výběr rostlin. V provozní části je to většinou trávník, na okrajích potom vyšší rostliny a keře. Tloušťka vegetačního souvrství je volena cca 300 mm. Větší tloušťky pro opravdu velké rostliny a stromy je možné sázet do betonových truhlíků a ty umístit v prostoru střešní terasy. Grill střecha se realizuje většinou u novostaveb, ale po podrobné projektové přípravě je možná realizace i u rekonstrukcí (pokud podmínky dovolí).



Základní skladba:

- Trávník
- 250 mm intenzivní substrát (např.: ACRE intenzivní, ...)
- 50 mm Isover INTENSE
- V případě velmi malého sklonu střechy (0-4%) je doporučeno použít nopovou fólii jako ochranu proti přemokření (např. Platon DE25, ...)
- Geotextilie 300 g·m⁻²
- Extrudovaný polystyren Styrodur 3000 CS
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Nosná konstrukce (např. betonový strop)

Upravená skladba:

- 30 mm betonová dlažba
- 70 mm zhutněné pískové lože
- Filtrační fólie z geotextilie 200 g·m⁻²
- Štěrkový násyp 16/32 mm
- Geotextilie 300 g·m⁻²
- Extrudovaný polystyren Styrodur 3000 CS
- Ochranná geotextilie 300 g·m⁻²
- Hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů
- Nosná konstrukce (např. betonový strop)

Před realizací je nutné spočítat drenážní kapacitu zatravněné střechy. Desky Isover INTENSE mají díky zvýšené pevnosti nižší vodopropustnost než standardní desky Isover FLORA. Použití bez plošné drenáže je proto možné pouze v malých plochách kolem terasy. Únosnost extrudovaného polystyrenu je nutné ověřit statickým výpočtem.

REKAPITULACE	
Výška souvrství	300 mm
Výška rostlin	neomezeně
Doporučené rostliny	trávník, trvalky, keře, stromy
Hmotnost za vlhka	450+ kg·m ⁻²
Akumulace vody	100+ l·m ⁻²
Součinitel odtoku C	0,3 (zelená část), 0,9 (terasa)
Náročnost údržby	vysoká
Nutnost umělé závlahy	ano
Pochůznost	ano
Orientační cena*	1500+ Kč·m ⁻²

* Orientační cena obsahuje kompletní materiál vegetačního souvrství (od hydroizolace výše), včetně rostlin..

3. PROJEKT

Realizaci vegetační střechy by měl předcházet projekt. V současné době jsou pro navrhování vegetačních střech oporou normy pro navrhování střešních a Standardy pro navrhování, provádění a údržbu vegetačních souvrství zelených střešních, které vydalo sdružení Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, jehož je ISOVER členem. V předchozí kapitole byly popsány jednotlivé vrstvy konstrukcí. Následující kapitola katalogu se bude zabývat podrobnou adaptací obecných požadavků na vegetační střechy, při použití hydrofilní vlny jako částečné náhrady substrátu.

POŽADAVKY NA KONSTRUKCI STŘECHY

Únosnost

Základním omezujícím prvkem, který brání ozelenění zvláště u rekonstrukcí, je únosnost střešního pláště. Skladby s hydrofilní vlnou mají tu výhodu, že jsou lehčí než běžné skladby, které se používají pro realizaci vegetačních střešních. Hmotnosti ucelených souvrství jsou uvedeny v tabulkách předchozí kapitoly.

	Objemová hmotnost (kg·m ⁻³)	
	Za sucha	Při plném nasycení vodou
Isover FLORA	76	1003
Isover INTENSE	120	1027
Extenzivní substrát	475–1100	1050–1750
Intenzivní substrát	550–1000	1150–1900

Kromě únosnosti konstrukce střešních se nesmí zapomínat na únosnost tepelných izolací. Skladby s izolací tvořenou pěnovým polystyrenem jsou výrazně pevnější než skladby s minerální vlnou.

Druh izolace	Pevnost v tlaku (kPa)	Doporučená aplikace
Minerální vlna	60–70	nepochozí – pouze údržba Úsporné střešních ISOVER
Pěnový polystyren	100–200	Úsporné střešních ISOVER, Střešní louky ISOVER i jednoduché Střešní zahrady ISOVER (bez stromů)
Extrudovaný polystyren	300–700	všechny typy vegetačních střešních, včetně napojení na terasy

Sklon střešních

Příliš velký sklon býval velkým problémem realizace vegetační střešních. S deskami z hydrofilní minerální vlny je ale možné ozelenit jak ploché střešních, tak zcela svislé stěny. Pro lepší orientaci v projekční části katalogu je uvažováno toto rozdělení střešních podle sklonu.

	Sklon v procentech	Sklon ve stupních
Plochá střešních	2–8 %	1,15–4,57°
Pultová střešních	8–25 %	4,57–14,04°
Šikmá střešních mírná	25–40 %	14,04–21,80°
Šikmá střešních	40–100 %	21,80–45°
Strmá střešních (až stěna)	nad 100 %	45–90°

Ochrana proti prorůstání kořenů

U novostaveb se vegetační střešních zakládají na hydroizolaci, která je odolná vůči prorůstání kořenů. U rekonstrukcí, které původně nebyly zamýšleny jako ozeleněné, je nutné navíc doplnit fólii odolnou proti prorůstání.

Umístění střešních

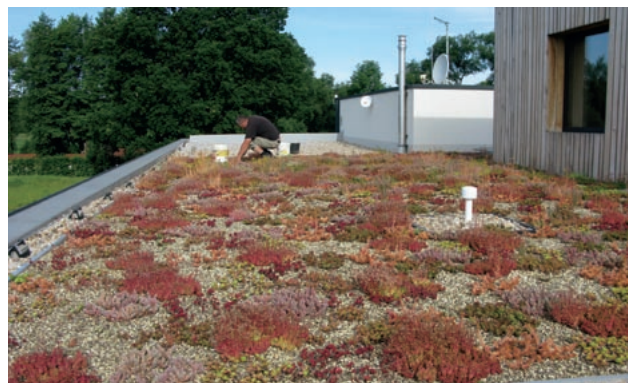
Vegetační střešních by se neměly umísťovat do slunečního ani dešťového stínu, který vzniká od přilehlých budov, nebo třeba od technologie na střeše (vedení nebo výústky vzduchotechnicky). Nadměrně studený, případně horký vzduch, proudící ze vzduchotechniky rostlinám škodí. Do těchto míst není vhodné umísťovat rostliny. Vhodnějším řešením je např. vysypání kačirkem nebo zakrytí velkoformátovou betonovou dlažbou.



Přístup na střešních

Na vegetační střešních musí být umožněn bezpečný přístup nejenom během realizace, ale i pro následnou údržbu, protože žádná střešních není 100% bezúdržbová. V případě intenzivních střešních je vhodné umístit vodovodní přípojku a při kombinaci s automatickým závlahovým systémem i přípojku elektrickou.

Pochozí vegetační střešních a terasy, na které má přístup veřejnost nebo jejich uživatelé, musí být vybaveny souvislým zábradlím podél všech volných okrajů. Ostatní plochy, které budou přístupné jen za účelem údržby, je nutné opatřit zachytňovacím systémem, který zabrání pádu pracovníků přes volný okraj střešních. Tyto systémy jsou tvořeny soustavou kotvicích bodů upevněných do nosné konstrukce střešních. Jednotlivé kotvicí body mohou být propojené např. permanentním nerezovým lanem umožňujícím plynulý pohyb po okraji střešních.



HOSPODAŘENÍ S VODOU

Nejzákladnějším a nejdůležitějším úkolem při projektování vegetační střešních je pochopení pohybů dešťové vody od okamžiku dopadu kapky na jednotlivé rostliny, až po výsledný odtok nespotřebované vody mimo budovu.

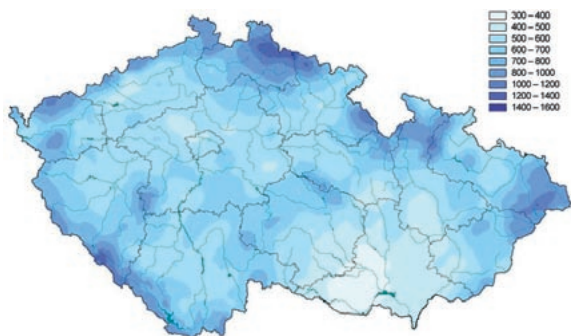
Pokud bude vody ve střeše příliš, bude zatěžovat nosné konstrukce. Pro kořeny některých rostlin může být přemokření ve výsledku devastující. Naopak pokud voda ze střechy oteče velmi rychle a žádná se nezadrží, rostliny strádají též, v tomto případě suchem (což se často stává v nevhodně provedených šikmých vegetačních střeších). Odtok srážkové vody do veřejné kanalizace je navíc zpoplatněn.



Množství dešťové vody

Nejprve je nutné určit, s jakým množstvím vody se vlastně bude pracovat. Kvantita dešťových srážek stoupá s nadmořskou výškou a je ovlivňována i polohou místa vzhledem k horským hřbetům. Z hlediska navrhování vegetačních střešů je nutné zajímat se o vodu přívalovou (srážkové úhrny při době trvání od 5 minut až do 72 hodin) a dále potom o dlouhodobé roční srážkové úhrny.

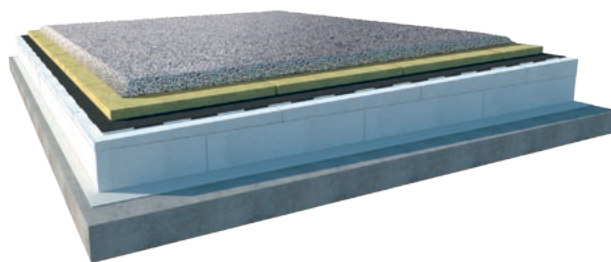
Na jednotlivých pobočkách ČHMÚ jsou dostupné podrobné informace o ročních srážkách. Tato podrobná data jsou k dispozici většinou za poplatek. Základní informace poskytují i místní vodárny. Dalším zdrojem informací je i norma ČSN 75 9010 (Vsakovací zařízení srážkových vod), kde je v tabulkové části dokumentováno 22 srážkoměrných stanic, včetně údajů o množství vody při nárazovém desetiletém nebo dvacetiletém dešti.



Praha	532 mm/rok	Ostrava	769 mm/rok
Brno	548 mm/rok	Lysá hora	1532 mm/rok

Odvodnění střešy

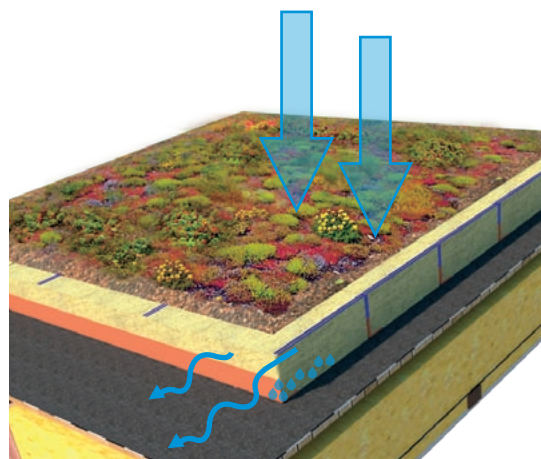
Vegetační střeša je schopna část vody zadržet a přebytky odvádět pryč do akumulačního zařízení, případně do kanalizace (pokud není možné vodu dále využívat). Je velice důležité, aby se voda nejprve plně vsákla do substrátu a hydroakumulační vrstvy, tam byla zadržena a teprve následně odváděna spodní funkční vrstvou.



Jiný přístup k dešťové vodě představuje **Modrá střeša ISOVER**. Souvrství je minimalizováno na desky ISOVER Flora a přitížení říčním kamenivem. Skladba snižuje odtok vody ze střešy a přispívá i k jejímu odpařování do okolí.

Pokud by substrát byl nekvalitní a nedostatečně vodopropustný (např. neupravená ornice), dešťová voda by se mohla začít valit po nepropustném povrchu vegetační střešy, což je velice nežádoucí. Vznikají říčky, vyplavují se lehké částice substrátu a množí se mechy. Hydrofilní minerální vlna má velmi vysokou vodopropustnost ($140\text{--}227\text{ mm}\cdot\text{m}^{-1}$) a díky tomu dokáže nadbytečnou vodu odvádět celým svým objemem.






U **šikmých střešů** je problém opačný. Snažíme se proti gravitaci udržet vodu ve skladbě. U šikmých vegetačních střešů s hydrofilní vlnou se mezi desky vkládají drenážní zpomalovače na omezení odtoku vody.



3. PROJEKT

HYDROAKUMULACE

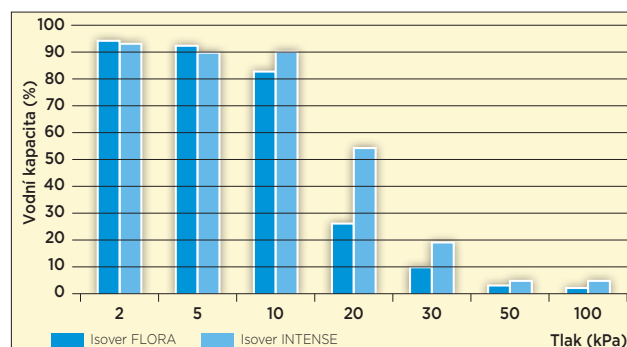
Množství zachycené dešťové vody velmi závisí na použitých materiálech. Substrát dokáže udržet omezené množství vody, ale výrazně více než nopové folie nebo akumulční textilie. Pro maximální zádržnost srážek se v konstrukcích vegetačních střešů používají speciální hydroakumulační desky (např. Isover INTENSE). Porovnání hydroakumulační schopnosti různých materiálů je uvedeno v následující tabulce.

Materiál	Tloušťka (mm)	Vodní kapacita (l)	Ilustrační obrázek
Akumulační textilie (900 g·m ⁻²)	6	6	
Nopová folie	23	6,1	
Extenzivní minerální substrát	50	20	
Intenzivní minerální substrát	50	30	
Hydrofilní vlna Isover INTENSE	50	45	

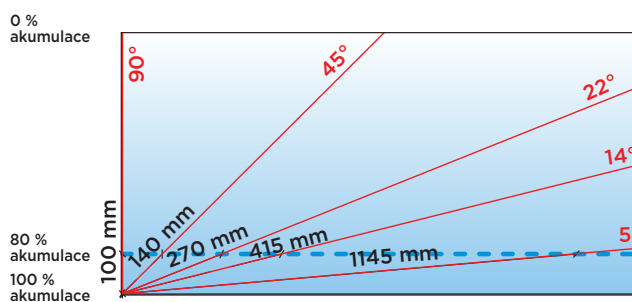
Teoretická vodní kapacita použitých materiálů ale ještě nemusí znamenat výborné akumulční schopnosti střešů. Hydroakumulace by měla být vždy prezentována jako **vlastnost celého souvrství** vegetační střešy při určeném sklonu. Toto je důležité zohlednit zejména při návrhu šikmé a pultové vegetační střešy. Pokud má použitý materiál zároveň velkou vodopropustnost, voda bude velmi rychle odtékat a bude se hromadit ve spodní části střešy. Horní část střešy přitom zůstane suchá a rostliny v ní bez dodatečné zálivky neporostou (viz obrázek níže).



Aby se rostlinám opravdu dařilo v celé ploše šikmé střešy, je nutné správně navrhnout zpomalovače odtoku nebo systém umělé závlahy. Kromě teoretické vodní kapacity se u výrobků do šikmých vegetačních střešů určuje také síla hydroakumulace, skrze jejich hydraulický profil a retenční křivky. Ne všechny materiály mají tento profil zveřejněný, ale výrobky z hydrofilní minerální vlny ISOVER ano.



Se vzrůstajícím tlakem vody ve vegetačním souvrství klesá schopnost materiálu tuto vodu udržet, a ta je následně vytlačována do drenážní vrstvy. Minerální vlna dokáže bez problémů vydržet tlak 10 kPa při zachování vodní kapacity kolem 80 %. Tlak 10 kPa odpovídá tlaku vodního sloupce o výšce 10 cm. Pro maximalizaci hydroakumulace je tedy nutné extenzivní šikmou vegetační střešou navrhnout se zpomalovači na tuto mez. Pokud ve střeše budou navrženy zpomalovače pod úroveň 40% akumulace, nebo nebudou zpomalovače instalovány vůbec, zůstane potenciál vlny nevyužit a střeša bude chřadnout. Minimální hydroakumulaci odpovídá výška vodního sloupce 17 cm u výrobku Isover FLORA a 23 cm u výrobku Isover INTENSE.



Na začátku kapitoly „Projekt“ byly definovány různé sklony střešů. V souladu s tímto rozdělením a následující tabulkou je možné provést zjednodušený návrh drenážních zpomalovačů. Například pro standardní šikmou vegetační střešou (sklon střešy 35°) je při použití desek Isover FLORA minimální vzdálenost mezi zpomalovači 300 mm (tzn. na půl desky). Optimální hydroakumulace se ale dosáhne při snížení vzdálenosti na 200 mm, nebo při použití desek se silnější hydroakumulací Isover INTENSE. Nedefinované sklony v grafu nad tímto odstavcem, lze lineárně interpolovat.

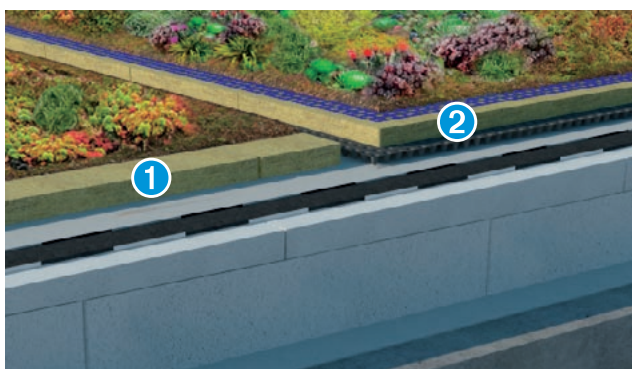
	Vzdálenosti mezi zpomalovači odtoku (mm)		
Druh střešy	Doporučená 80% akumulace	Minimální 40% akumulace (Isover FLORA)	Minimální 40% akumulace (Isover INTENSE)
Plochá	-	-	-
Pultová	450-1200	600-1800	900-2400
Šikmá mírná	300-450	450-600	600-900
Šikmá (22-45°)	150-300	200-450	300-600
Strmá	100-150	170-200	230-300
Stěna	100	170	230

ODVÁDĚNÍ PŘEBYTEČNÉ VODY ZE STŘECHY

Pokud je zcela naplněna hydroakumulační kapacita střechy, přebytečnou vodu je nutné odvádět spodní částí vegetačního souvrství pryč. Střechy s hydrofilní minerální vlnou mají i v nejspornější variantě (50 mm Isover FLORA + 30 mm substrát) velmi dobrou vodní kapacitu, minimálně 60 litrů na m². Toto množství odpovídá velmi silnému dešti v délce trvání 2 hodiny (za ideálního stavu, kdy je střecha zcela vyschlá). Dimenzování drenáže střechy se ale vždy provádí za stavu maximálního nasycení vodou.

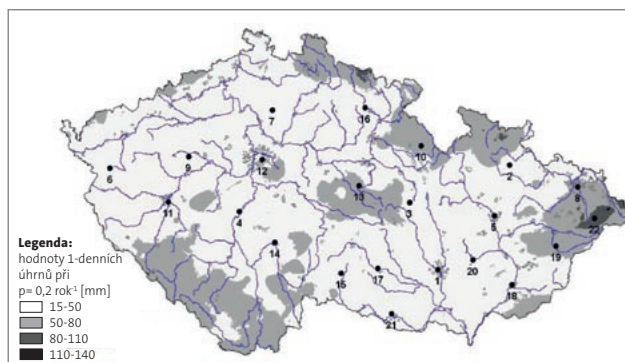


Varianty vegetačních střech popsané v předchozí kapitole obsahují kromě informace o množství vody, které tyto střechy dokáží pojmout, také informace o procentuálním odtoku vody (pomocí součinitelů odtoku). Střechy s hydrofilní vlnou malého rozsahu (do 50 m²) obvykle nepotřebují speciální drenážní prvky, protože hydrofilní vlna odvádí vodu v celém svém objemu, pokud je ve střeše alespoň minimální sklon (na obrázku níže var. 1). Pokud je rozsah střechy větší nebo je její tvar komplikovanější, vegetační souvrství musí být doplněno o plošnou drenáž, obvykle z kalíškové fólie (na obrázku níže var. 2).



V některých případech je možné nopovou fólii vynechat i u větších střech, je ale nutné provést **výpočet drenážní kapacity střechy**. V kalkulaci se obvykle počítá s přívalovým deštěm v délce trvání 15 minut. V příloze A normy ČSN 75 9010 jsou podrobně vyčísleny návrhové úhrny srážek pro jednotlivé regiony. (výpočet viz str. 16)

Lokalita	Srážkový úhrn 15 minut (mm) / desetiletý déšť	Přepočtená 15minutová intenzita srážek (l·s ⁻¹ ·m ⁻²)
Praha	19,5	0,0217
Brno	16,5	0,0183
Ostrava	17,8	0,0198
Horské lokality (nad 650 m n. m.)	17,0	0,0189



Drenážní kapacity minerální vlny při různých sklonech střechy jsou známy (viz str. 25). Výpočtem je tedy nutné ověřit, jestli jsou pro danou situaci dostatečné, nebo bude nutné doplnit vegetační souvrství o plošný odvodňovací prvek. Následujícím výpočtem se zjistí, jaká je potřeba odtoku vody na konkrétní střeše.

$$q' = \frac{A \cdot C \cdot q}{b} \quad (\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1})$$

Kde: q' je celkový odtok dešťové vody ze střechy (l·s⁻¹·m⁻¹);

A odvodňovaná plocha (m²);

C součinitel odtoku (-);

b výpočtová odtoková šířka, tzn. volná šířka u vpusti nebo žlabu (m);

q návrhový déšť (l·s⁻¹·m⁻²).

Pro lepší pochopení výpočtu drenážní kapacity je dále v katalogu uveden modelový výpočet ploché vegetační střechy.



Čím větší je sklon střechy, tím menší je potřeba plošných odvodňovacích prvků. Zároveň však roste potřeba drenážních zpomalovačů, jak bylo popsáno v předchozí kapitole. U šikmé vegetační střechy s hydrofilní minerální vlnou se výpočet drenážní kapacity obvykle neprovádí. Požadavek na drenáž u šikmých vegetačních střech je řádově nižší než u střech plochých, proto se nenavrhují do skladeb kalíškové fólie, ani smyčkové rohože nebo geotextilie.

3. PROJEKT

Co s přebytečnou dešťovou vodou?

Podle zákona č. 274/2001 Sb. musí všechny nemovitosti a pozemky, které nejsou určeny k trvalému bydlení, platit vodárnám a kanalizačním poplatkům za využití kanalizace při odvodu dešťové vody.

Množství odváděné vody a následného poplatku lze díky vegetační střeše radikálně snížit. Prováděcí vyhláška č. 428/2001 Sb. v příloze 16 popisuje výpočet stočného poplatku a jeho případnou redukci touto tabulkou.

Druh plochy	Plocha m ²	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha m ² (plocha krát odtokový součinitel)
A			
B			
C			
Součet redukovaných ploch:			
Dlouhodobý srážkový normál*mm-rok ⁻¹ , tj.m ² -rok ⁻¹			
Roční množství odváděných srážkových vod Q v m ³			
= součet redukovaných ploch v m ²			
krát dlouhodobý srážkový normál* v m-rok ⁻¹ .			

Odtokový součinitel podle druhu plochy:

Plocha A - těžce propustné zpevněné plochy, zastavěné plochy např. střechy s nepropustnou horní vrstvou, asfaltové a betonové plochy, dlažby se záhlvkou spár, zámkové dlažby:

v případě možnosti odtoku do kanalizace

.....odtokový součinitel: 0,9.

Plocha B - propustné zpevněné plochy, např. upravené zpevněné štěrkové plochy, dlažby se širšími spárami vyplněnými materiálem umožňujícím zasakování:

v případě možnosti odtoku do kanalizace

..... odtokový součinitel: 0,4.

Plocha C - plochy kryté vegetací, zatravněné plochy, např. sady, hřiště, zahrady, komunikace ze zatravněvaných a vsakovacích tvárnic:

v případě možnosti odtoku do kanalizace

.....odtokový součinitel: 0,05.

Využití dešťové vody ze střechy

Dešťová voda ze střechy se kromě zalévání rostlin může v domácnosti použít pro splachování toalet nebo praní prádla. Tímto způsobem je možné ušetřit spotřebu pitné vody až 50 %. Je nutné ale investovat do kvalitní nádrže na vodu, filtrace a speciálního rozvodu, který bude oddělený od vodovodního řádu.

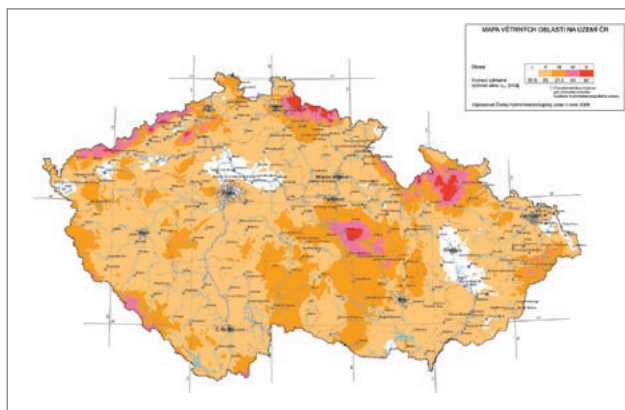


(zdroj: <http://www.graf-water.com/>)

OCHRANA PROTI SÁNÍ VĚTRU

Vegetační střechy obsahující hydrofilní minerální vlnu pouze s tenkou vrstvou substrátu (Úsporná střecha ISOVER) jsou v suchém stavu velmi lehké. Pokud jsou umístěny v oblastech se silným namáháním větrem (horské oblasti, nebo u velkých otevřených ploch, zejména vodních), je nutné je kotvit.

Výpočet sání větru se provede dle evropské normy ČSN EN 1991-1-4, kde je zpracována lokalizace i pro Českou republiku. Mapa větrných oblastí vyčísluje sílu větru v 5 zónách.



Nejvyšší namáhání větrem je v krajní části střechy a na rozích (dvojnásobné sání větru oproti vnitřní oblasti). Okraje střechy by měly být ukončeny atikou minimální výšky 300 mm. Vytvoří se tak zábrana, která bude pomáhat zatížení větrem snižovat. Dále je nutné obsypat okraje střechy praným kamenivem frakce 16/32 mm v šíři min. 300–500 mm nebo obložit betonovými dlaždicemi. Pro velmi malé střechy přízemních budov v městské zástavbě (např. garáží) toto opatření zpravidla postačí nebo jej lze i redukovat.



V ostatních případech se provede plošná stabilizace pomocí geogridu z nevytlívající výztužnou vložkou. Kotvení pomocí běžných stabilizačních sítí z kokosových vláken není možné (po 3-5 letech se totiž rozpadají). Jako vhodný materiál pro stabilizaci se používají certifikované geomříže s dlouhodobou životností v zeminovém prostředí (např.: Adfors Vertex, ...). Kotvení se umísťuje mezi desku z hydrofilní vlny a substrát, případně pod rozchodníkovou rohož. Detaily kotvení jsou uvedeny v příslušných detailech na webu www.isover.cz.

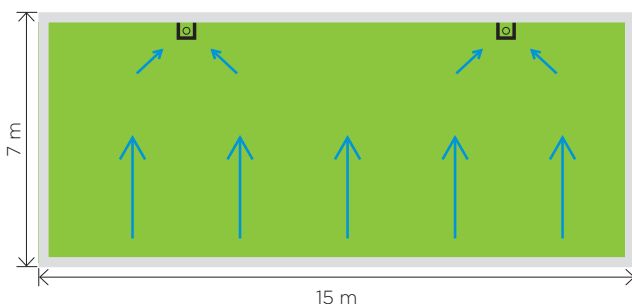
UKÁZKA VÝPOČTU ÚSPORNÉ STŘECHY ISOVER

Ověření drenážní kapacity

Pro ukázkou výpočtu je vybrána jednoduchá **plochá střecha garáží**, které náleží k bytovému domu v Praze. Střecha je realizována z rozchodníků a její složení odpovídá skladbě Úsporné střechy tak, jak je uvedeno na str. 5.



Střecha má obdélníkový tvar, její délka je 15 m a šířka 7 m. Bude odvodněna do dvou střešních vpustí. Spádování střechy je 2°.



Vpustě jsou lemovány čtvercovým oplechováním o hraně 30 cm. Odvodňovaná plocha tedy bude $A = 7 \cdot 15 = 105 \text{ m}^2$, výpočtová odtoková šířka $b = 2 \cdot (0,3 + 0,3 + 0,3) = 1,8 \text{ m}$. Součinitel odtoku C je převzat z katalogových skladeb (0,5) a intenzita 15 minutového deště z tabulek normy (nebo tabulky na straně 14 – stejné hodnoty).

$$q' = \frac{A \cdot C \cdot q_{15}}{b} = \frac{105 \cdot 0,5 \cdot 0,0217}{1,8} = \mathbf{0,63 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}}$$

Základní drenážní kapacita q_{VVR} desek Isover FLORA, které jsou použity v této Úsporné střechě, je $1,53 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Je nutné brát na zřetel, že schopnosti všech prvků plošné drenáže se časem mohou zhoršit napříč výrobovým spektrem. Drenážní otvory se ucpou kořeny, substrátem a stav odvodňovacího prvku je tedy po 15 letech výrazně jiný než v okamžiku instalace. Proto je doporučeno, aby se všechny deklarované drenážní kapacity od výrobce snížily cca o 20 %.

Požadavek
Střecha vyhovuje

$$q' < 0,8 \cdot q_{\text{VVR}} \\ \mathbf{0,63 < 1,22}$$

Ověření minimální retence (Pražské stavební předpisy)

Nařízení č. 10 z roku 2016, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze, stanovuje v paragrafu 38 zásady hospodaření se

srážkovými vodami. **Každá stavba** a stavební pozemek musí mít vyřešeno **hospodaření se srážkovými vodami** formou vsakováním, nebo alespoň zadržováním a regulovaným odváděním do kanalizace.



Regulované odvádění srážkových vod musí být takové, aby nedocházelo k **většímu odtoku než 10 litrů za sekundu** z hektaru plochy pozemku při třicetiminutovém dešti desetiletém, nestanoví-li správce toku jinak. Pro vyčíslení takového deště je možné opět sáhnout do normy ČSN 75 9010 (Vsakovací zařízení srážkových vod). Srážkoměrná stanice Praha-Hostivař uvádí intenzitu srážek 23,2 mm na metr čtvereční (jinými slovy 23,2 litru na metr čtvereční).

Všechny skladby vegetačních střech ISOVER je možné použít při projektování v souladu s Pražskými stavebními předpisy.

Úsporná střecha ISOVER má v základní variantě hydroakumulační kapacitu **51 litrů** vody na metr čtvereční. Do množství vody ústícího ze střechy do kanalizace je nutné dále započítat také vodu z atik, šterkových ploch a teras. Výpočtové množství vody se tedy navýší o cca 10–20 %. I takto navýšené množství vody **dokáže** Úsporná střecha ISOVER **absorbovat** i v základní variantě ($27,8 \text{ l} < 51 \text{ l}$).

Pokud by byla vegetační střecha kombinována s větší terasou, navýšení množství odváděné vody bude výrazně vyšší (v závislosti na velikosti „nezelených“ ploch cca o 50–80 %). V tomto případě je vhodnější použít „výkonnější“ vegetační střechu s vyšší hydroakumulací, např. Střešní louku ISOVER, nebo střechu kombinovat s jiným retenčním zařízením.

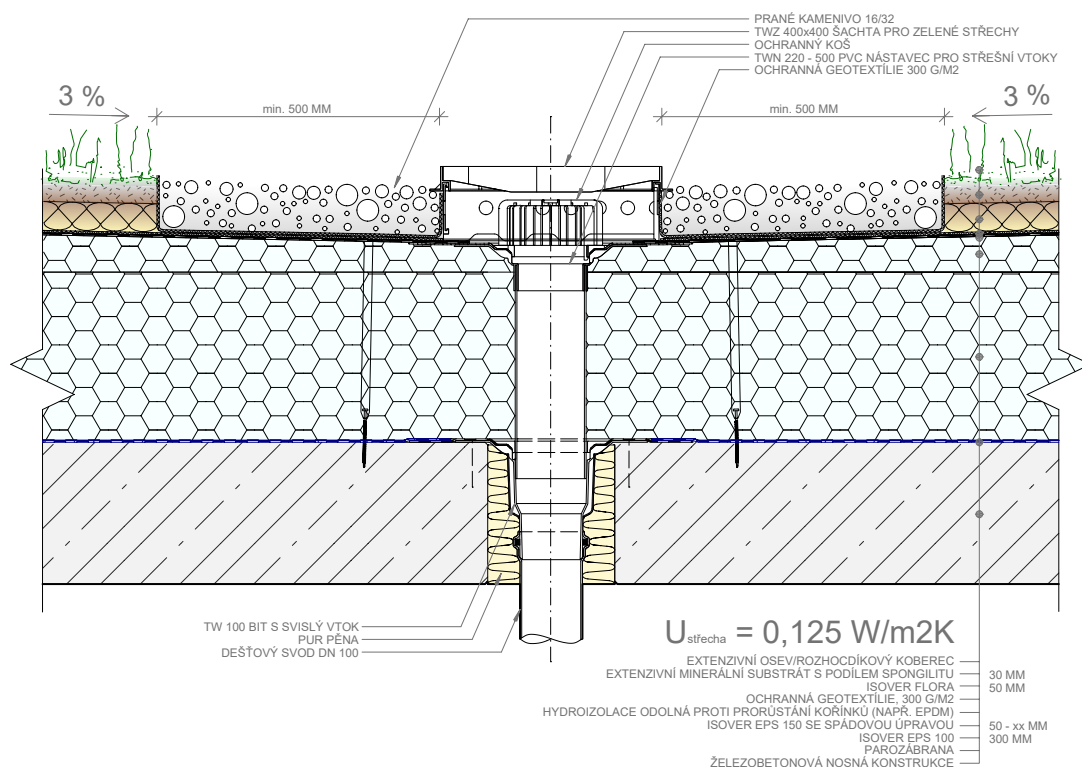
Výpočet poplatku za stočné

Pokud by byly garáže určeny ke komerčnímu využití, platil by se poplatek za odvod dešťové vody do kanalizace, který v Praze v roce 2018 činí $39,09 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$.

Ve variantě s běžnou střechou by to bylo
 $105 \cdot 0,9 \cdot 0,532 \cdot 39,09 = 1965 \text{ Kč}$.

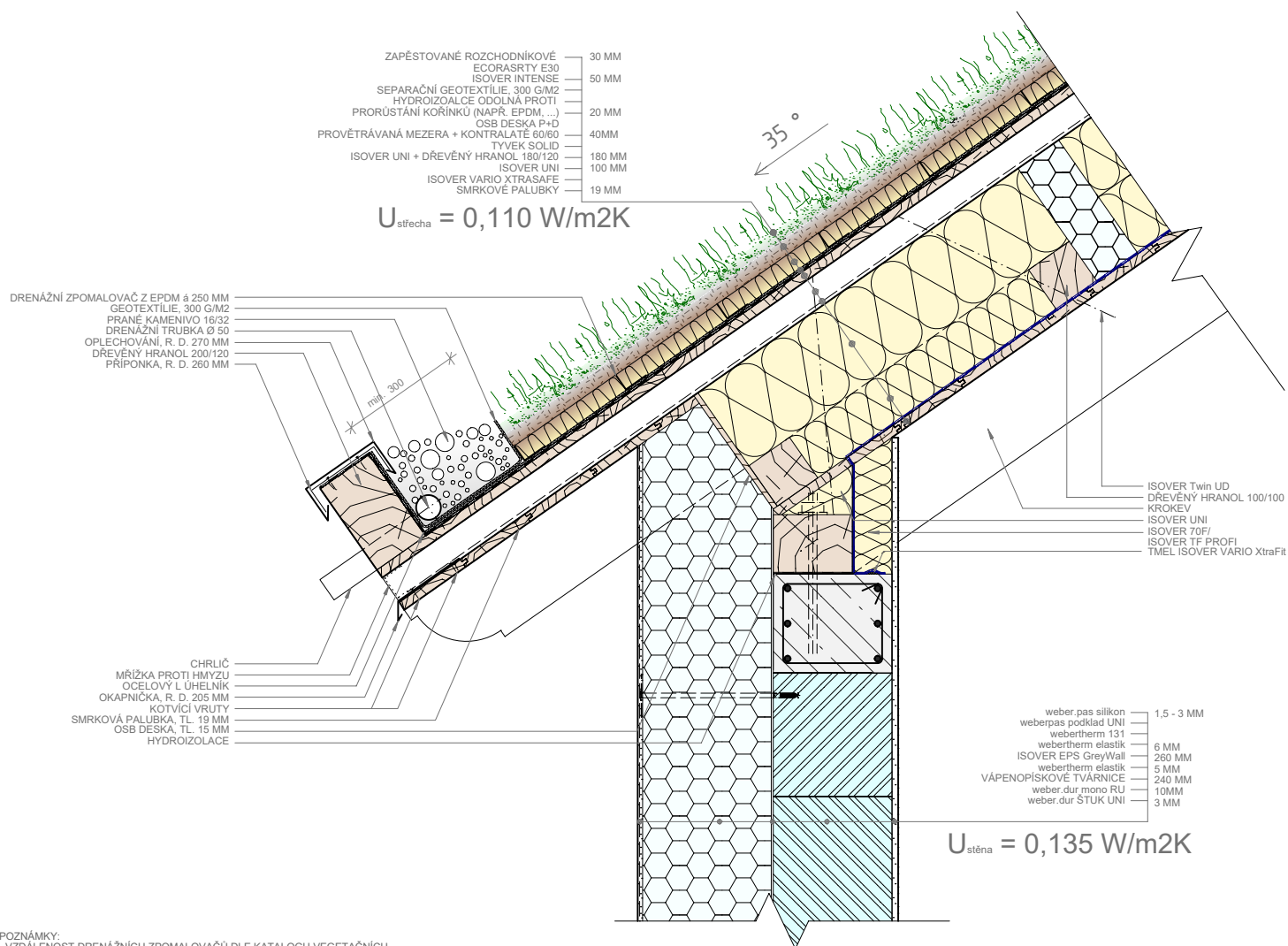
Ve variantě s vegetační střechou potom
 $105 \cdot 0,05 \cdot 0,532 \cdot 39,09 = 109 \text{ Kč}$.

**Úspora je na ploše střechy 105 m²
díky vegetační střeše 1856 Kč ročně.**



3. PROJEKT

ŠIKMÁ STŘECHA OKAPNÍ HRANA



POZNÁMKY:
- VZDÁLENOST DRENÁŽNÍCH ZPOMALOVAČŮ DLE KATALOGU VEGETAČNÍCH STŘECH V KATEGORII PROJEKT
- VÝŠKA PROVĚTRÁVANÉ MEZERY JE STANOVENA DLE ČSN 73 1901
- DIMENZE A VZDÁLENOSTI NOSNÝCH PRVKŮ JSOU STANOVENY ORIENTAČNĚ
- TECHNOLOGII HYDROIZOLAČNÍHO SOUVRSTVÍ UPRAVIT DLE FINÁLNÍHO VYBĚRU

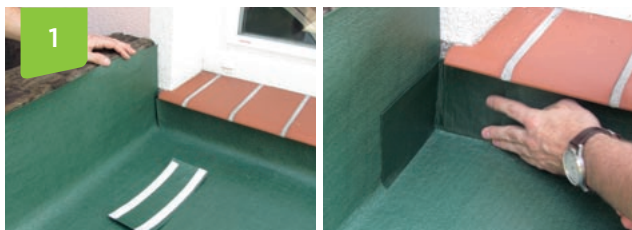


Uvedené detaily jsou ke stažení v různých formátech na adrese
<https://www.isover.cz/dokumenty>

ACRE®

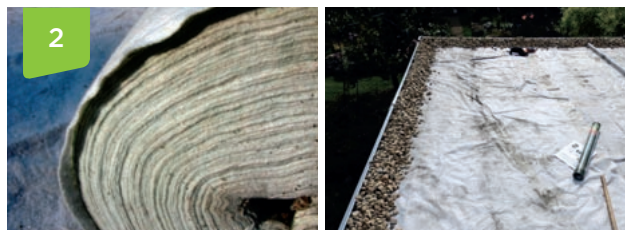
4. REALIZACE A ÚDRŽBA

Realizace vegetačních souvrství z hydrofilní minerální vlny je podobné jako realizace skladeb se substráty. Se vzrůstajícím sklonem střechy obvykle roste i náročnost realizace. Desky z minerální vlny mají ale na rozdíl od substrátu pevný tvar a je poměrně jednoduché realizovat i velmi strmé střechy.



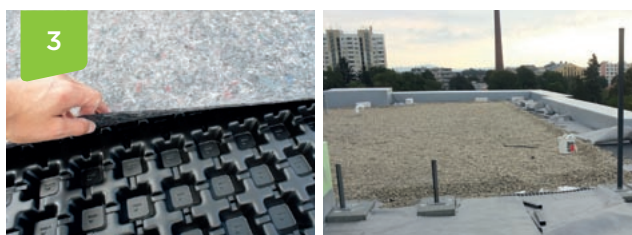
HYDROIZOLACE

U střechy, která splňuje statické a tepelně-technické požadavky, se začíná první vrstvou vegetačního souvrství, kterou tvoří hydroizolace. Ta musí být odolná proti prorůstání kořenům. Nabídka těchto hydroizolací už je dnes velmi široká (např.: EPDM, PVC, asfaltové pásy, ...). Pokud střecha nemá hydroizolaci odolnou proti prorůstání, musí se použít alespoň dodatečná kořenuodolná fólie. Vhodné je u rozsáhlých a složitých střech ověřit těsnost hydroizolace zátopovou nebo jiskrovou zkouškou.



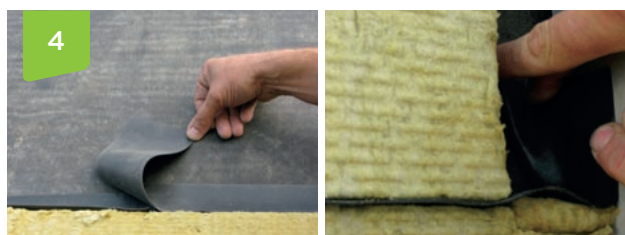
OCHRANNÁ VRSTVA

Ochranná geotextilie se používá k ochraně hydroizolace před poškozením během montáže (např. skladování těžkých komponent na paletách), nebo během životnosti střechy (protlačení nopů některých typů fólií). K tomuto účelu se používá netkaná geotextilie gramáže 300 g·m⁻². U malých střeš na bázi minerální vlny bez nopových fólií je možné též vrstvu vynechat.



DRENÁŽ

Hydrofilní minerální vlna má velmi dobrou vodopropustnost. U malých plochých střech se sklonem alespoň 2° se k minerální vlně drenáž zpravidla nepoužívá. Plošnou drenáž je nutné použít u větších střech, kde drenážní kapacita minerální vlny nevyhoví normovému 15minutovému dešti (toto se ověří výpočtem, který zákazníkům poskytujeme zdarma). Dále je doporučeno použít drenáž u střech s téměř nulovým sklonem, jako ochranu proti přemokření rostlin. U plochých střech se drenáží často stává nopová fólie s vybráním mezi kalíšky s dostatečnou roznášecí plochou (např.: Platon DE20, ...).

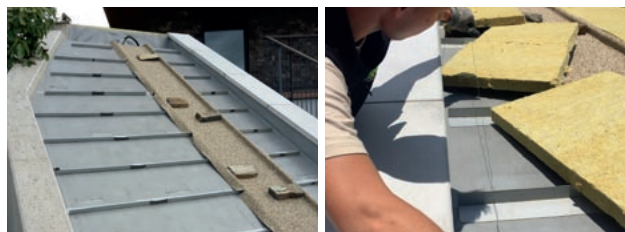


DRENÁŽNÍ ZPOMALOVAČE

U šikmých vegetačních střech se používají drenážní zpomalovače, aby voda neodtékala ze střechy příliš rychle. Nejčastěji jsou zhotoveny z pásky hydroizolace (EPDM, ...), který se vkládá mezi jednotlivé desky minerální vlny. Jejich vzdálenost se velmi liší podle sklonu střechy. Vzdálenost mezi zpomalovači je dána sklonem a typem desky. V kapitole Projekt na str. 13 jsou uvedeny doporučené vzdálenosti pro různé sklony střech.



U šikmých vegetačních střech stačí k odvodnění gravitace. Nopové fólie jsou v tomto případě zbytečné, s ohledem na jejich minimální hydroakumulační účinky při aplikaci ve sklonu a nežádoucí vysokou drenážní kapacitu.



Kromě „měkkých“ zpomalovačů lze použít i zpomalovače z poplastovaných plechů, které jsou pevnější. Tyto zpomalovače se přivazují k hydroizolaci. Musí být nižší než výška minerální vlny (přibližně o 1 cm), aby přívalový dešť mohl odtékat hydrofilní vlnou přepadem přes zpomalovač. Do tvrdých zpomalovačů je možné navrtat otvory pro doplňkové kotvení souvrství.

4. REALIZACE A ÚDRŽBA



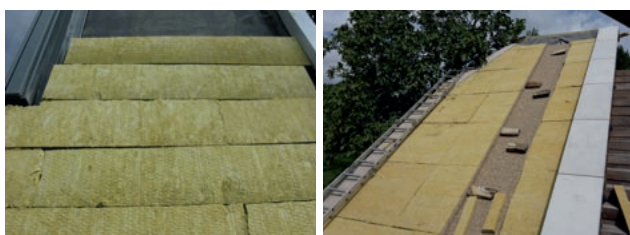
YouTube

Video dostupné na
www.youtube.com/user/isovertcz

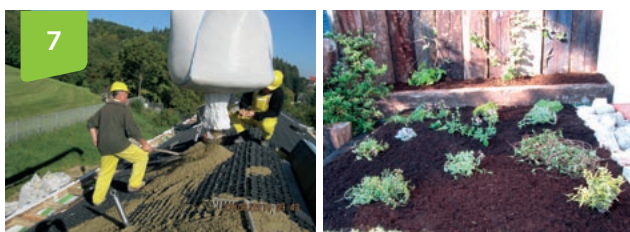


MINERÁLNÍ VLNA

Hydrofilní minerální vlna Isover se používá jako částečná náhrada substrátu, protože rostliny do ní bez problémů koření. Zároveň slouží jako drenážní a hydroakumulační vrstva. U plochých střech je možné desky z hydrofilní vlny vrstvit na sebe a při prokládání 50 mm substrátu zajistit vyšší hydroakumulaci. Tímto je možné vytvářet dynamickou profilaci povrchu, aniž by došlo k výraznému přetížení nosné konstrukce, jakož tomu je u čistě substrátových řešení.



U šikmých vegetačních střech se minerální vlna používá vždy pouze v jedné vrstvě, z důvodu snadnějšího kotvení systému. Takováto tloušťka spolu se slabou vrstvou substrátu postačí pro pěstování většiny rostlin určených k ozeleňování šikmých střech. Vegetace zakořeňuje svisle, tím využívá svislý profil vegetační vrstvy, nikoliv kolmý, který je nižší.



SUBSTRÁT

Desky z hydrofilní vlny se v systémech vegetačních střech doplňují certifikovaným minerálním substrátem, a to jak extenzivním, tak i intenzivním, např.: ACRE. Rostliny, které se do střech používají, jsou většinou suchomilné proto je nutné dobře vyvážit vlastnosti substrátu a minerální vlny. Extenzivní substrát má vyšší obsah volného vzduchu, který se nevyplní vodou ani při „plné“ saturaci. Výrobky z hydrofilní vlny ISOVER mají obsah otevřených pórů v rozmezí 5–14 %. Použitý substrát by tedy měl mít množství volného vzduchu kolem 20 %, rozhodně není možné použít zeminu ze zahrady nebo dokonce ornici. Aplikace je vždy odvislá od lokálních podmínek a množství substrátu. Často je nutná těžká manipulační technika.



KOTVENÍ

Úsporné střechy ISOVER větších rozměrů, kde je pouze slabá vrstva substrátu, a dále pak šikmé vegetační střechy exponované značnému namáhání větrem je nutné kotvit. Používají se speciální sítě nebo gridy, které mají dostatečnou pevnost a nevytlívají. Není možné použít běžné svahové sítě z kokosových vláken. Používají se poplastované skelné vlákna (např.: VertexG), nebo PES/PVC s odpovídajícím atestem.



Je možné zakoupit rozchodníkové koberce s již zakomponovanou netlejší výztužnou sítí a tu následně přikotvit ke střeše. Pro šikmou vegetační střechu se osvědčilo na hydrofilní vlnu Isover aplikovat zapěstované rozchodníkové ekorastro. Tyto dílce vytváří kompaktní povrch odolný proti vodní erozi, ihned funkční, který se již v ploše nekotví. Je možné použít i jiné druhy geosyntetik, jako například geobuňky, pokud je potřeba vyšší substrátové vrstvy.



ROSTLINY

Ploché střechy malých rozměrů je možné osázet ručně jednotlivými rostlinami, kdy je možné kořenový bal zapustit do minerální vlny. Osev je možné provést i plošným rozházením řízků rozchodníků. Alternativou je hydroosev a nebo aplikace vegetačních koberců. Na intenzivních střechách se pro výsadbu stromů a keřů aplikuje kotvení proti vyvrácení.

4. REALIZACE A ÚDRŽBA



ROSTLINY

U šikmých střeš se používají předpěstované rozchodníkové nebo trávnikové koberce. Takovýto způsob ozelenění je velmi rychlý, ale na druhou stranu nákladný. Používá se většinou u šikmých vegetačních střeš, nebo u plochých střeš, kde je nutné mít střeš zelenou okamžitě.



Kromě standardních rozchodníkových rohoží je možné na šikmou střeš použít i zapěstované ekorastry. Rostliny z nich volně prokoření do minerální vlny, která jim poskytne dostatek vláhy pro jejich rychlejší růst a kvalitnější vývoj. Hydrofilní vlna musí být doplněna drenážními zpomalovací odtoku. Vzdálenost osazení se řídí dle specifikace na str. 13.



ÚDRŽBA

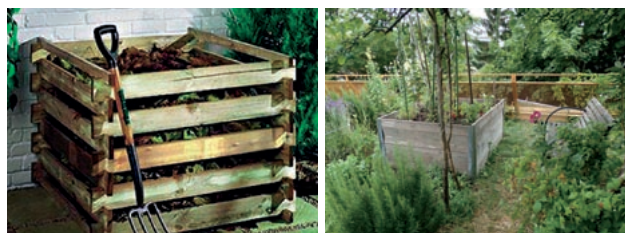
Desky z hydrofilní minerální vlny neobsahují na rozdíl od substrátu či zeminy organické složky. Jsou tedy bez živin a ty je nutné rostlinám zpočátku doplňovat. Většina substrátů do vegetačních střeš je od výrobce nahnojena na první rok života rostlin. Pro lepší kondici je nutné přihnojovat rostliny i následující roky. Primární dávka živin se do minerální vlny aplikuje během osazování rostlin. V praxi se nejvíce osvědčily granule s postupným uvolňováním (např. Basacote, ...), které mohou uvolňovat živiny až 3 roky a zatlačují se do hmoty minerální vlny. Používají se v počtu cca 5 ks/m². Samozřejmě je možné použít i jiné hnojivo NPK. Celková roční dávka dusíku by ale neměla přesahovat hodnotu 5 g čistého dusíku na m² extenzivních systémů.



Kromě základních makroživin NPK (dusík, fosfor, draslík) rostliny potřebují také vodu. Extenzivní systémy (např. Úsporná střeš ISOVER) se během roku nezalévají, pouze těsně po realizaci, aby se rostliny komfortněji zapojily. Polointenzivní vegetační střešy (Střešní louka ISOVER) se zalévají při dlouhotrvajícím suchu. Intenzivní vegetační střešy (Střešní zahrada ISOVER) se díky vysoké náročnosti rostlin zalévá stále. Střešy se většinou nezalévají manuálně, ale je použitý automatický závlahový systém z kapkové závlahy nebo rozstřikovače vody, vztažené k aktuální vlhkosti souvrství.



Druhý a každý další rok v předjaří, po realizaci, je doporučeno střeš pravidelně přihnojovat. Toto je stejné pro střešy s hydrofilní vlnou i bez ní. Používají se hnojiva s postupným řízeným uvolňováním živin v horizontu až 6 měsíců, v aplikaci jednou za rok (např. Basacote, ...).



Mezi údržbu patří nejenom zalévání a hnojení, které lze vyřešit automatickými systémy. Žádná střeš není bezúdržbová, musí se odstraňovat nálet nežádoucích rostlin, listů, staré odumřelé rostliny, nebo naopak zastříhávat rostliny, které rostou bujněji než je potřeba, sekat trávnik apod. U intenzivních střeš (Střešní zahrada ISOVER), se proto někdy na střeš umísťuje také kompost.

4. REALIZACE A ÚDRŽBA

SEZNAM ROSTLIN

Výběr rostlin do vegetačních střeš by měl být vyvážen podle toho, co se líbí investorovi a co je možné na střeše vůbec zasadit. Uvedený seznam rostlin je pouze orientační, je možné je dále kombinovat do vzájemných společenství. Výběr rostlin doporučujeme konzultovat se zahradníky, kteří mají zkušenosti i s výsadbou na střeše.

ÚSPORNÁ STŘECHA ISOVER (extenzivní) Nenáročné nízké rostliny tvořící souvislé trsy	SUKULENTY	
	Sedum album (rozchodník bílý)	
	Sedum sexangulare (rozchodník šestiřadý)	
	Sedum hispanicum (rozchodník španělský)	
	Sedum hybridum (rozchodník)	
	Sedum reflexum (rozchodník skalní)	
	Sedum floriferum (rozchodník květonosný)	
	Sedum spurium (rozchodník pochybný)	
	Sempervivum arachnoideum (netřesk pavučinátý)	
	Sempervivum montanum (netřesk horský)	
Jovibarba spec. (netřesk výběžkatý)		
Mrazuvzdorné kaktusy (např.: Opuntia rutila)		
STŘEŠNÍ LOUKA ISOVER (polointenzivní) Vyšší rostliny, byliny, také v kombinaci s extenzivními rostlinami	BYLINY • TRÁVY • TRVALKY	
	Campanula rotundifolia (zvoněk okrouhlolistý)	
	Dianthus carthusianorum (hvozdík kartouzek)	
	Dianthus deitoides (hvozdík kropenatý)	
	Euphorbia myrsinites (prýšec chvojka)	
	Festuca ovina (kostřava ovčí)	
	Hieracium pilosella (jestřábek chlupáček)	
	Hypericum perforatum (třezalka tečkovaná)	
	Linaria cymbalaria (lnice zední)	
	Linum perenne (len vytrvalý)	
	Carex flacca (ostřice chabá)	
	Petrorhagia saxifraga (hvozdíček lomikamenovitý)	
Prunella grandiflora (černohlávek velkokvětý)		
STŘEŠNÍ ZAHRADA ISOVER (intenzivní) Vyšší až náročnější rostliny, nízké keře, stromy	BYLINY	
	Anthemis tinctoria (rmen barvířský)	
	Aster linosyris (hvězdnice zlatovlásek)	
	Centaurea scabiosa (chrpa čekánek)	
	Dianthus carthusianorum (hvozdík kartouzek)	
	Hieracium pilosella (jestřábek chlupáček)	
	Chrysanthemum leucanthemum (kopretina bílá)	
	Iris tectorum (kosatec střešní)	
	Origanum vulgare (dobromysl – oregáno)	
	Petrorhagia saxifraga (hvozdíček lomikamenovitý)	
	Verbascum nigrum (divizna černá)	
	TRÁVY	
	Bromus tectorum (sveřep střešní)	
	Carex humilis (ostřice nízká)	
Festuca amethystina (ostřice ametystová)		
Festuca ovina (kostřava ovčí)		
Festuca rupicaprina (kostřava kamzičí)		
Melica ciliata (strdivka brvitá)		
Poa compressa (lipnice smáčkutá)		
LISTNATÉ A JEHLIČNATÉ DŘEVINY		
Amelanchier ovalis (muchovník oválný)		
Salix lanata (vrba bobkolistá)		
Genista lydia (kručinka)		
Cytisus purpureus (čilimník pupurový)		
Rosa pimpinellifolia (růže berdíkolistá)		
Juniperus communis (jalovec plazivý)		
Pinus mugo mughus (borovice kleč)		
VODNÍ ROSTLINY BAŽINNÉ A MĚLKOVODNÍ ZÓNY		
Typha shuttleworthii (orobinec střibrošedý)		
Caltha palustris (blatouch bahenní)		
Myosotis palustris (pomněnka bahenní)		
Nymphaea tetragon (lekník čtverhranný)		
Utricularia vulgaris (bublinatka obecná)		
Iris pseudacorus (kosatec žlutý)		

5. PRODUKTY PRO VEGETAČNÍ STŘECHY

Nabídka divize ISOVER pro vegetační střechy obsahuje zejména desky z hydrofilní minerální vlny. Dále to jsou tepelné izolace z hydrofobní minerální vlny, expandovaného a extrudovaného polystyrenu a systémové doplňky. Z dalších výrobců skupiny SAINT-GOBAIN lze využít např. stabilizační gridy ze skelných vláken divize Adfors (Vertex).

HYDROFILNÍ MINERÁLNÍ VLNA

Základní surovinou pro výrobu minerální vlny jsou čedič a diabas, jedny z nejhojněji se vyskytujících hornin na celé Zemi, které byly a jsou tvořeny při sopečné činnosti.



Na obrázku je vidět ukázka přírodního čediče, kamenný vodopád Šomoška ze stejnojmenné přírodní rezervace na Slovensku.

Tyto horniny jsou ve výrobním procesu roztaveny při vysoké teplotě v peci a vzniklá láva je následně rozvlákněna do struktury jemných vláken, jejichž průměry jsou menší než průměr lidského vlasu.



Rozvlákněný materiál je dále zpracováván až do výsledné podoby desek, které jsou formátovány na požadované rozměry a tloušťky. Základní výrobní proces je velmi podobný pro všechny typy výrobků z minerální vlny.

Při výrobě hydrofobizovaných výrobků se ještě kromě minerálních vláken a pojiva, přidává další velmi důležitá součást, která brání tepelné izolaci vsakovat vodu a která v hydrofilní vlně zcela chybí – tou ingrediencí je olej.



V přírodě je možné nalézt analogii tohoto výrobního procesu. Na místech aktivních sopek se lze setkat s přirozeně rozvlákněnou lávou, např. na Havaji, tzv. „Pellého vlasy“, kde chomáče vláken vyvrlelé horniny mohou dosahovat až 2 m délky při průměrech srovnatelných s průmyslově vyráběnými vlákny. Takto vzniklá vlákna jsou ovšem bez pojiva, takže vytváří jenom chomáče vláken, které nedrží tvar. Díky průmyslovému přidání pojiva se z vláken stává pevná deska, kterou lze použít do vegetačních střech.



Výrobek	Charakteristika	Rozměry	Tloušťky
Isover FLORA	Desky pro běžné použití v ploché či šikmé střeše, ale také v jezírkách	600 × 1000 mm	50 mm 100 mm
Isover INTENSE	Desky se silnější hydroakumulací pro použití ve strmých střechách a plochých střechách s větším množstvím substrátu	600 × 1000 mm	50 mm 100 mm

Pozn.: Cena desek Isover FLORA a Isover INTENSE je uvedena v ceníku ISOVER.

5. PRODUKTY PRO VEGETAČNÍ STŘECHY

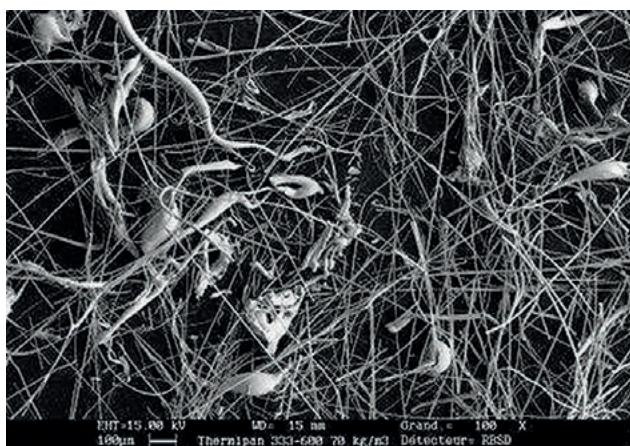
VLASTNOSTI VÝROBKŮ ISOVER FLORA A ISOVER INTENSE

Zkoušená vlastnost	Metodika	Isover FLORA	Isover INTENSE
Objemová hmotnost (za sucha)	ČSN EN 1602	76 kg·m ⁻³	120 kg·m ⁻³
Objemová hmotnost (při plném laboratorním nasycení vodou)	ČSN EN 1602	1003 kg·m ⁻³	1027 kg·m ⁻³
Třída reakce na oheň	ČSN EN 13501+A1	třída A1	třída A1
Součinitel tepelné vodivosti v suchém stavu λ_d	ČSN EN 12667	0,0373 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,0350 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Součinitel tepelné vodivosti λ při maximální dosažené objemové vlhkosti 78 % (Isover FLORA), 85 % (Isover INTENSE)	ČSN EN 12664	0,513 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,355 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Vodopropustnost mod. K_f	FLL	227 mm·min ⁻¹	140 mm·min ⁻¹
Maximální vodní kapacita W_{Kmax}	FLL	92,7 vol. %	90,7 vol. %
Schopnost pro proudění vody v rovině $q_{s,g}$	ČSN EN ISO 12958	při sklonu 0° 1,48 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹	1,12 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹
		při sklonu 2° 1,53 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹	1,19 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹
		při sklonu 35° 1,79 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹	1,38 l·m ⁻¹ ·s ⁻¹

Metodikou FLL je myšleno měření v souladu s německým standardem pro vegetační střechy (FLL. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), 2008). Tuto metodiku přejímají i ostatní státy střední Evropy, nyní i Česká republika (Standardy pro navrhování, provádění a údržbu; Vegetační souvrství zelených střech. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2016).

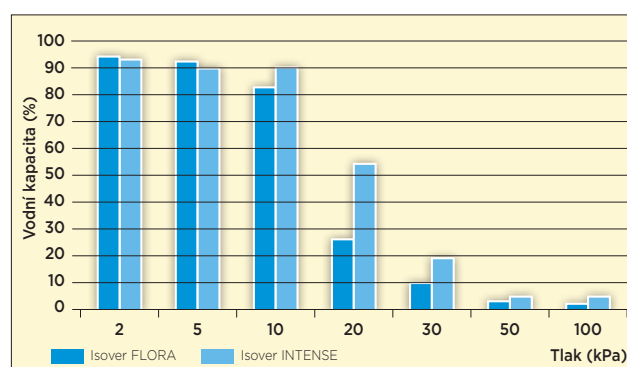
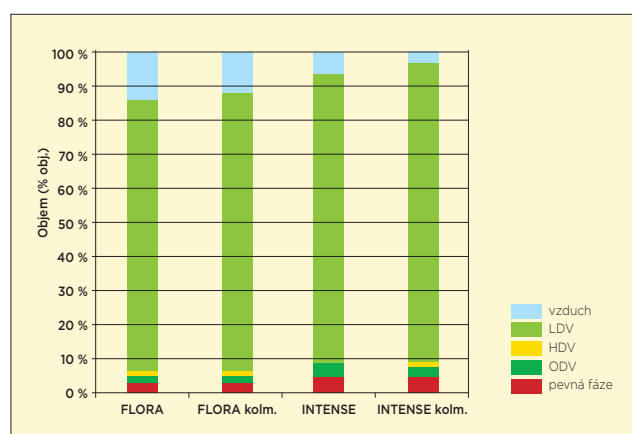
Hydrofilní minerální vlna má obrovské procento lehce dostupné vody (LDV) a zároveň minimální procento hůře a obtížně dostupné vody (HDV a ODV). Přesné hodnoty retenčních křivek jsou k dispozici na vyžádání.

Pro navrhování drenážních zpomalovačů je možné využít zjednodušené interpretace, která je více vysvětlena na str. 13.



Vlákna minerální vlny pod mikroskopem.

Dále byly u minerální vlny ISOVER měřeny hydrofyzikální vlastnosti podle evropské normy EN 13 041. Dle této metodiky byl popsán charakterizující poměr vody a vzduchu v hydrofilní vlně a dostupnost vody pro rostliny v několika kategoriích.



Hydrofilní, stejně tak jako hydrofobní minerální vlna, má výborné akustické vlastnosti. Z provedených rozsáhlých akustických zkoušek systémů SG COMBIROOF a PROTECTROOF® jasně vyplývá, že u velkých halových objektů aplikace byt' jen základní varianty Úsporné střechy ISOVER prokazatelně zlepší vzduchovou neprůzvučnost střechy o 6 dB. Protokoly z měření jsou k dispozici na vyžádání.



6. REFERENČNÍ STAVBY



ACRE®

Vegetační střecha Praha
realizace 2010, foto 2012



**soukromý
investor**

Vegetační střecha VŠeruby
realizace 2013, foto 2014



ACRE®

Vegetační střecha Volyně
realizace 2013, foto 2014



**soukromý
investor**

Vegetační střecha Velké Poříčí
realizace 2013, foto 2014



ACRE®

Vegetační střecha Praha
realizace 2012, foto 2013



ACRE®

Vegetační střecha Praha
realizace 2016, foto 2019

1. místo - Zelená střecha roku 2019

6. REFERENČNÍ STAVBY

ACRE®

Vegetační střecha RD Krkonoše
realizace 2019, foto 2019



**Zahradní
Architektura Kurz**

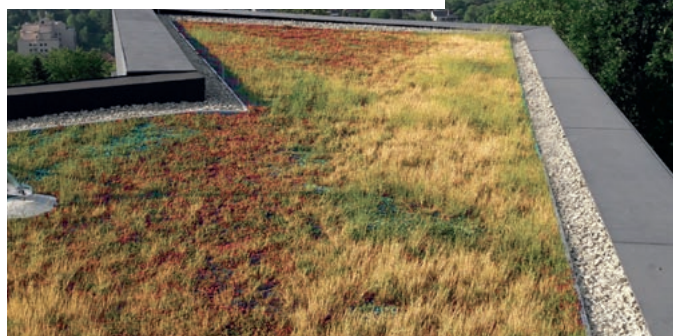
Vegetační střecha Jakub Cigler Architekti
realizace 2019, foto 2019



ACRE®

Vegetační střecha Praha
realizace 2016, foto 2018

1. místo - Zelená střecha roku 2018



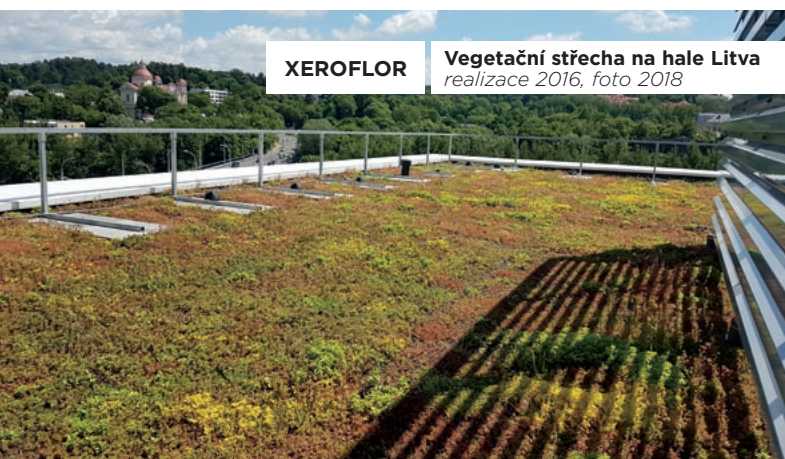
**soukromý
investor**

Vegetační střecha Brno
realizace 1995, foto 2019



XEROFLOR

Vegetační střecha na hale Litva
realizace 2016, foto 2018



ACRE®

Vegetační střecha Praha
realizace 2018, foto 2019



REGIONÁLNÍ ZÁSTUPCI

- 1 606 606 515
731 594 843
- 2 603 571 951
- 3 724 600 913
- 4 725 870 803
- 5 602 170 286
- 6 602 128 964
- 7 733 785 073
- 8 602 477 877
- 9 733 142 025
- 10 720 935 666
- 11 606 609 259
- 12 733 140 692
- 13 606 748 327
- 14 602 709 728

PRODUKTOVÝ SPECIALISTA

Vegetační střechy
Tel.: 724 979 063



Divize ISOVER

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS CZ a.s.

Smrčková 2485/4 • 180 00 Praha 8

Bezplatná informační linka

800 ISOVER (800 476 837)

Technické poradenství, prodej a realizace

ACRE, spol. s r.o. • Strážkovská 2426/1 • 180 80 Praha 8

E-mail: info@acre.cz • Tel.: 603 813 398

Internetový obchod

www.e-isover.cz

info@isover.cz

www.isover.cz



ACRE®



Informace uvedené v této publikaci jsou založeny na našich současných znalostech a zkušenostech. Tyto informace nemohou být předmětem právního sporu. Při jakémkoli užití musí být zohledněny podmínky konkrétní aplikace, zvláště podmínky týkající se fyzických, technických a právních aspektů konstrukce. Ručení a záruky se řídí našimi obecnými obchodními podmínkami. Všechna práva vyhrazena.

ISOVER
SAINT-GOBAIN