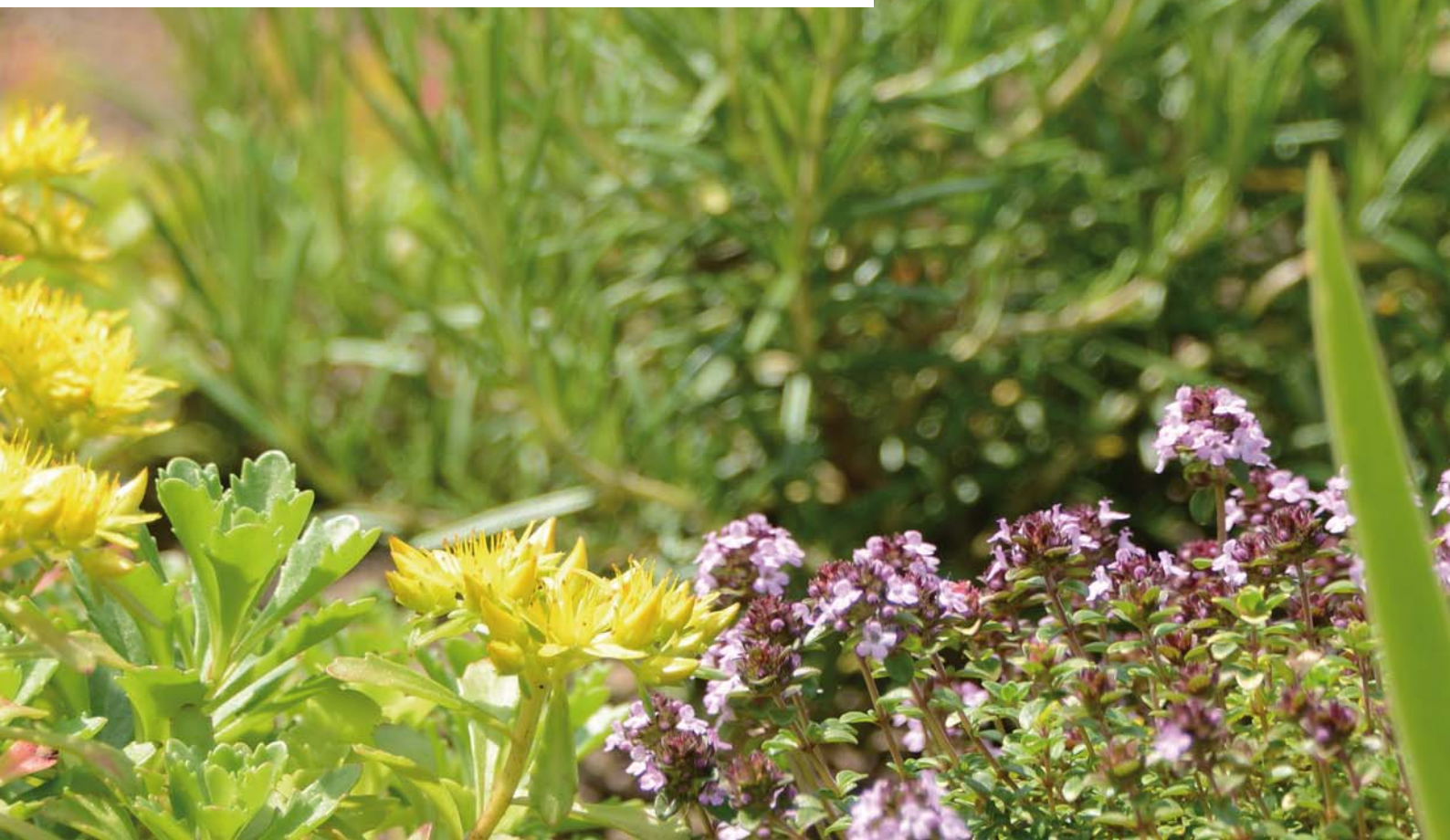


VEGETAČNÍ STŘECHY

 **GREENDEK**[®]



OBSAH

	Úvod	2
Druhy vegetačních střech a rostlin		7
Systemové skladby GREENDEK		13
Odborné články		55

Vegetační střechy

Vlivem zvyšující se koncentrace budov a dopravy je život v našich městech stále méně zdravý a komfortní. Doprava a zdroje vytápění produkují nadbytek škodlivin a odpadního tepla. Obrovské betonové a asfaltové plochy vedou k přehřívání prostoru ve městech a snižují tak kvalitu našeho života.



Vegetační střechy svými vlastnostmi významně přispívají k ekologické, ekonomické a estetické výstavbě měst.

- Zadržují část přirozených vodních srážek a pozvolným odpařováním vody zvlhčují ovzduší ve svém okolí.
- Přispívají ke zlepšování kvality ovzduší tím, že zadržují oxid uhličitý, produkují kyslík a zachycují částice prachu z ovzduší.
- Tlumí hlučnost z okolí, letecké a pozemní dopravy.
- Podílejí se na ochraně před přehříváním městského prostoru.
- Chrání podstřešní prostory (byty) před nadměrným přehříváním v létě a přispívají ke snížení energetických ztrát v zimě.
- Chrání střešní konstrukci a její izolační vrstvy před účinky zejména ultrafialových slunečních paprsků a před výkyvy teplot.
- Přispívají ke zpříjemnění silně urbanizovaného prostředí – přinášejí přírodní prvky do bezprostřední blízkosti bytů a obyvatel města.
- Stávají se přirozeným prostředím pro život hmyzu a ptáků.
- Střešní zahrady umožňují zřízení místa k odpočinku a při vyšších vrstvách zeminy i pro pěstitelskou činnost.

Konstrukce vegetační střechy

- Hydroizolace střechy musí být odolná proti prorůstání kořenů.
- Veškeré vrstvy je nutné stabilizovat proti účinkům sání větru.
- U drenážní vrstvy je požadovaná dostatečná schopnost odvádět vodu ze skladby, aby nedocházelo k hnití vegetace.

Již v průběhu návrhu vegetační střechy je nutné vyřešit vše, co souvisí s funkcí a údržbou jednotlivých vrstev konstrukce.

- Hydroizolace je těžko přístupná, a proto může být případná sanace vad a poruch obtížnější a náročnější. Proto je nutné navrhovat hydroizolaci s odpovídající spolehlivostí a trvanlivostí (viz ČSN P 73 0600:2000 a Směrnice ČHIS 01:2018).
- V případě rekonstrukcí střech, u nichž se nově počítá s provedením skladby vegetační střechy místo původního uspořádání vrstev, je samozřejmostí statické posouzení nosné střešní konstrukce. Druh vegetace je třeba přizpůsobit únosnosti konstrukcí.
- Vegetační vrstvě a rostlinám na střechách je nutné věnovat náležitou péči. Intenzita údržby a způsobu pěstování závisí na druhu vegetace. Pro zajištění maximální estetické hodnoty vegetace a její dlouhé životnosti je nutné pravidelné zavlažování a přístup pracovníků údržby na střechu.
- Provedení vegetační střechy by mělo být v souladu se způsobem hospodaření se srážkovou nebo šedou vodou. Pro pravidelné zavlažování bujně vzrostlé vegetace je nezbytné zajistit dostatečný objem retenční nádrže pro zadržení srážkové vody z pozemku. V případě, že není k dispozici zdroj vody pro pravidelnou zálivku, je třeba volit vegetaci tvořenou suchomilnými rostlinami (především rozchodníky a netřesky), která bude měnit svoji kondici a vzhled v závislosti na srážkách.

Návrh vegetační střechy

- Publikaci můžete použít jako pomůcku při komunikaci o návrhu vegetační střechy s investorem, projektantem a realizační firmou.
- Návrhy a konstrukce, které zde nenajdete, můžete individuálně řešit s konzultačními techniky ATELIERU DEK.



Nejhezčí střechou na světě je střecha, která kvete. Výběr rostlin je široký, vybrat si můžete od bezúdržbových rozchodníků až po trávníky. Na střechu je potřeba zvolit hydroizolaci s velmi dlouhou životností, která odolá i rostoucím kořenům. Vzhled střechy má výrazný vliv na celou estetiku domu.

Zatímco u běžných střech řešíte krytinu a její barvu, vhodnou vegetační střechu je potřeba vybrat nejen v závislosti na tom, jaké rostliny se vám líbí, ale také na zamýšleném rozsahu údržby a způsobu užití.

Chcete si vegetační střechu pořídit?

Do realizace vegetační střechy se určitě nepouštějte svépomocí, ale využijte služeb

odborné firmy. Správně provedená vegetační střecha vám při správné údržbě vydrží dlouhá léta, na druhou stranu se ale jedná o větší investici oproti jejím běžným konkurentům. Realizaci se proto rozhodně nevyplatí podceňovat.

Vegetace může zahynout již během samotné realizace, kdy ji nestihnete na střechu včas zasadit, ale i později, pokud nebude mít vhodné podmínky. Špatně provedená hydroizolace navíc může vést k poškození střešní konstrukce nebo v extrémním případě také k narušení statiky domu. Pro tento typ střechy se volí hydroizolace s velmi dlouhou životností, protože opravy těchto střech jsou pod vrstvami vegetace poměrně náročné. Hydroizolace navíc musí být odolná proti prorůstání kořenů.



Proč zvolit vegetační systém GREENDEK

- okamžitý vzhled vegetační střechy ihned po instalaci
- odolnost vegetačních vrstev proti větrné a vodní erozi
- dlouhodobě ověřené řešení vegetačních střech na mnoha realizacích
- inovativní řešení vyvinuté a testované na experimentální budově DERIC v Brně
- retenční parametry ověřené jak FLL metodikou, tak i při reálných klimatických podmínkách (nezbytné pro výpočet retenčních parametrů vegetační střechy)
- pěstování a výroba materiálů v České republice
- dostupnost dodávaných materiálů, jednoduchost a rychlost pokládky
- systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství
- podrobnější technické informace u konzultačních techniků a na www.greendek.cz

DRUHY
VEGETAČNÍCH
STŘECH
A ROSTLIN

DRUHY VEGETAČNÍCH STŘECH

Forma vegetace	EXTENZIVNÍ VEGETACE	POLOINTENZIVNÍ VEGETACE	INTENZIVNÍ VEGETACE
Popis	Vegetace převážně z rozchodníků a sukulentů, s maximální mírou autoregulace a vysokou regenerační schopností, snese extrémní teploty a sucho.	Vegetace kombinovaná z nenáročných a náročnějších rostlin (trávy, trvalky, byliny atd.). Pro náročnější rostliny se případně vytváří lokálně silnější vrstva substrátu.	Vegetace tvořená velkým množstvím druhů vegetace, od trávníků, trvalek, keřů až po stromy okrasné či užitkové.
Údržba	Bez nutnosti pravidelné závlahy (jen při zakládání a v nejsušších částech roku). S minimální péčí (1 až 2krát ročně odstranění nežádoucí vegetace, doplnění vegetace a substrátu, hnojení dle vývoje vegetace).	Nutná závlaha v sušších částech roku. Vyšší intenzita péče (2krát ročně kontrola, odstranění přebytečné a nežádoucí vegetace, doplnění vegetace a substrátu, hnojení dle vývoje vegetace, případně kosení).	Nutná pravidelná závlaha (samostatný závlahový systém). Vysoká intenzita péče dle zvolených druhů (kosení, odstranění přebytečné a nežádoucí vegetace, doplnění vegetace a substrátu, hnojení).
Způsob ozelenění	 <p>GREENDEK rozchodníková rohož S5</p>		 <p>GREENDEK trávnickový koberec TR K20</p>
	 <p>Individuální výsadba: Rozchodníky a netěsky, suchomilné trvalky, směsné byliny.</p>	 <p>Individuální výsev a výsadba: Trsy travin a kvetoucí trvalky.</p>	 <p>Individuální výsev a výsadba: Trávník, nízké rostliny a keře, vysoké rostliny, keře a stromy.</p>
Ilustrační vzhled střechy			

MOCNOST SOUVRSTVÍ VYUŽITELNÁ PRO KOŘENĚNÍ ROSTLIN A RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ OZELENĚNÍ A FOREM VEGETACE

Mocnost souvrství využitelná po kořenění rostlin [mm]		40	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	1 250	1 500	2 000		
Způsob ozelenění a formy vegetace	Extenzivní zelené střechy	Rozchodníky	←																						
		Rozchodníky – trvalky																							
		Rozchodníky – byliny – trávy																							
		Trávy – byliny																							
	Polointenzivní zelené střechy	Trávy – byliny												→											
		Trvalky														→									
		Trvalky – dřeviny															→								
		Dřeviny																			→				
	Intenzivní zelené střechy	Trávník				←							→												
		Nízké trvalky a keře														→									
		Středně vysoké trvalky a keře															→								
		Vysoké trvalky a keře																→							
		Velké keře a malé stromy																				→			
Střední až vyšší stromy																						→			
Velké stromy																							→		

Pozn.: Klimatické podmínky se mohou lišit dle klimatické oblasti v ČR, dle lokality, dle orientace ke světovým stranám, dle sklonu střechy atd. Na volbu tloušťky substrátu i vegetace má vliv i zatížení sáním větru dle umístění a výšky objektu. U extenzivní vegetační střechy není vhodné zvyšovat mocnost substrátu nad doporučenou mez z důvodu vyššího rizika uchycení nežádoucí vegetace.

DRUHY ROSTLIN PRO INDIVIDUÁLNÍ VÝSADBU

Méně než 80 mm substrátu – SUKULENTY			
barva květu	český název	latinský název	výška [cm]
bílá	rozchodník bílý	Sedum album	10
	rozchodník španělský	Sedum hispanicum	8
	netřesk pavučinatý	Sempervivum arachnoideum	8
bělavá	netřesk výběžkatý	Jovibara globifera	5
	rozchodník květonosný	Sedum floriferum	15
žlutá	rozchodník ostrý	Sedum acre	5–12
	rozchodník	Sedum hybridum	10
	rozchodník skalní	Sedum reflexum	15
	rozchodník suchomilný	Sedum rupestre	15
	rozchodník šestiřadý	Sedum sexangulare	10
růžová	rozchodník pochybný	Sedum spurium	15
	netřesk horský	Sempervivum montanum	10

Minimálně 80 mm substrátu – BYLINY			
barva květu	český název	latinský název	výška [cm]
bílá	řebříček	Achillea millefolium	15–50
bělavá	violka rolní	Viola arvensis	5–20
bílo-růžová	hvozdíček lomikamenovitý	Petrorhagia saxifraga	9–25
	mydlice lékařská	Saponaria officinalis	30–80
žlutá	prýšec chvojka	Euphorbia myrsinites	25
	jestřábník chlupáček	Hieracium pilosella	5–25
	třezalka tečkovaná	Hypericum perforatum	30–60
	rozchodník skalní	Sedum reflexum	15–35
červená	hvozdík kropenatý	Dianthus deltoides	9–30

růžová	pažitka	Allium schoenoprasum	9–40
	ožanka kalamandra	Teucrium chamaedrys	15–30
sv. purpurová	dobromysl obecná	Origanum vulgare	20–60
	mateřídouška vejčitá	Thymus pulegioides	5–30
	mateřídouška úzkolistá	Thymus serpyllum	5–15
tm. purpurová	hvozdík kartouzek	Dianthus carthusianorum	15–40
světle fialová	lnice zední	Linaria cymbalaria	30–60
modrofialová	černohlávek velkokvětý	Prunella grandiflora	9–30
světle modrá	zvonek okrouhlostý	Campanula rotundifolia	9–40
modrá	len vytrvalý	Linum perenne	20–80

Nad 100 mm substrátu – BYLINY

barva květu	český název	latinský název	výška [cm]
bílá	řebříček obecný	Achillea millefolium	60
	kociánek dvoudomý	Antennaria dioica	15
	chrpa čekánek	Centaurea scabiosa	40
	kopretina bílá	Chrysanthemum leucanthemum	40
	hvozdíček lomikamenovitý	Petrorhagia saxifraga	12
	krvavec menší	Sanguisorba minor	15
	rozchodník	Sedum album	12
žlutá	řebříček	Achillea tomentosa	20
	rmen barvířský	Anthemis tinctoria	40–60
	hvězdnice zlatovlásek	Aster linosyris	25
	jestřábník chlupáček	Hieracium pilosella	20
	mochna jarní	Potentilla verna	10
	rozchodník květonosný	Sedum floriferum	15
	rozchodník skalní	Sedum reflexum	15
	rozchodník šestiřadý	Sedum sexangulare	12
	pryskyřník hlíznatý	Ranunculus bulbosus	30
divizna černá	Verbascum nigrum	60	
červená	hvozdík kartouzek	Dianthus carthusianorum	60
	jestřábník oranžový	Hieracium x rubrum	25
červenavá	rozchodník	Sedum spurium	15
	rozchodník	Sedum telephium	50
růžová	česnek růžový	Allium roseum	15
	dobromysl – oregáno	Origanum vulgare	15
	mydlice bazalkovitá	Saponaria ocymoides	15
růžovofialová	ožanka kalamandra	Teucrium chamaedrys	25
	mateřídouška horská	Thymus montanus	10
	mateřídouška úzkolistá	Thymus serpyllum	12
fialová	pažitka	Allium schoenoprasum	25
modrá	zvonek okrouhlostý	Campanula rotundifolia	30
	černohlávek velkokvětý	Prunella grandiflora	12
	koniklec německý	Pulsatilla vulgaris	20
	hlaváč šedavý	Scabiosa canescens	25
	divizna brunátná	Verbascum phoeniceum	60
	rozrazil ožankovitý	Veronica teucrium	40
směs	kosatec nízký	Iris pumila	25
	kosatec střešní	Iris tectorum	35

Nad 100mm substrátu – TRÁVY

český název	latinský název	výška [cm]
sveřep střešní	Bromus tectorum	40
ostřice chabá	Carex flacca	20
ostřice nízká	Carex humilis	15
ostřice ametystová	Festuca amethystina	20
kostřava ovčí	Festuca ovina	20
kostřava kamzičí	Festuca rupicaprina	20
kostřava valiská	Festuca valesiaca	20
strdivka brvitá	Melica ciliata	40
lipnice smáčknutá	Poa compressa	20

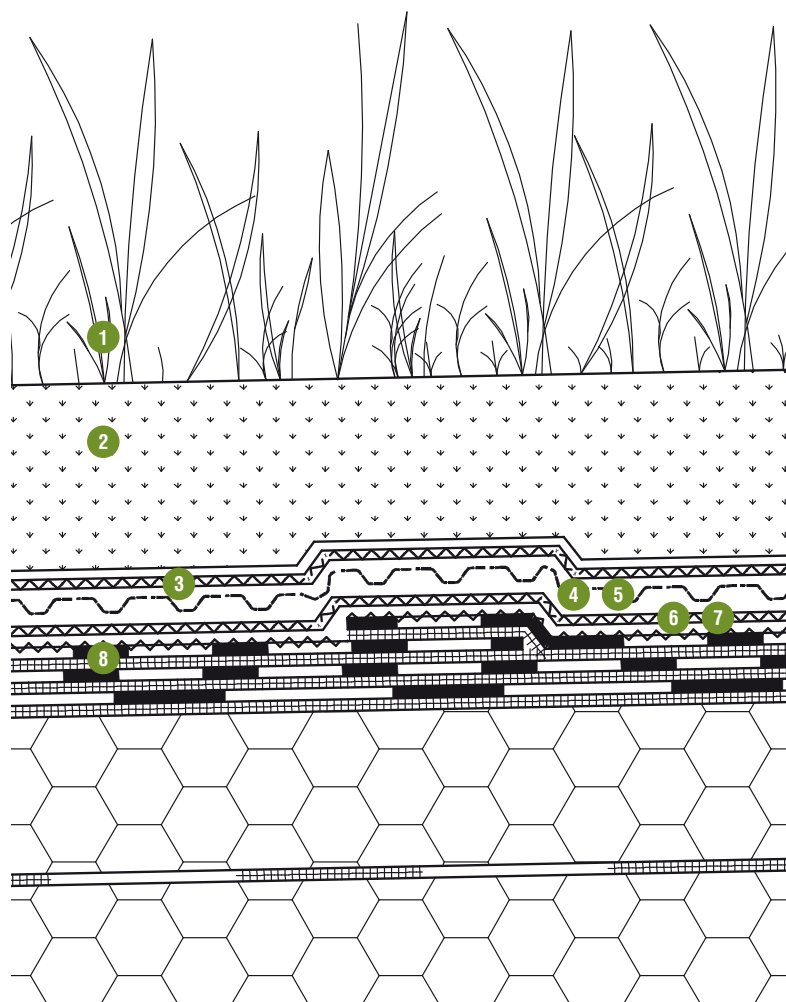
Citované zdroje pro kapitolu Vegetační střechy:

DEK a.s. Technické podklady k vegetačním střechám. ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 52 s.

ČSN EN 12056-3 + Z1 + Z2. Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet.

Společnost pro zelené střechy (SZÚZ). Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržbu. 2019.

VRSTVY VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ



1 Vegetace

Soubor rostlin, který tvoří finální vrstvu vegetační střechy.

2 Vegetační vrstva

Zajišťuje svým fyzikálním, chemickým a biologickým složením a vlastnostmi prostředí pro kořenění a růst rostlin.

3 Filtrační vrstva

Zamezuje vyplavování jemných částic ze substrátu nebo hydroakumulační vrstvy do drenážní vrstvy, zároveň ale umožňuje průtok vody. Zamezuje zanášení drenážní vrstvy, omezuje kapacitu odvodňovacích prvků a úbytku sypkých vrstev. Materiál musí být odolný vůči biologické korozi a nesmí omezovat růst kořenů.

4 Hydroakumulační vrstva

Akumuluje vodu (srážkovou nebo závlahovou) pro potřeby vegetace.

5 Drenážní vrstva

Umožňuje odtok vody po hydroizolaci ze skladby střechy k odvodňovacím prvkům.

6 Ochranná vrstva

Chrání hydroizolační vrstvu, popř. další vrstvy stavební konstrukce před nepříznivými vlivy prostředí i provozu.

7 Separační vrstva

Zamezuje promíchání rozdílných vrstev s odlišnými funkcemi, mezi kterými je uložena. Zamezuje styku nesnášenlivých materiálů.

8 Hydroizolace

Hydroizolace vegetačních střech se navrhuje v souladu s ČSN 731901-1, ČSN 731901-3 a směrnici ČHS 01. Hydroizolace musí být odolná proti prorůstání kořenů rostlin dle ČSN 13948. V případě, že nesplňuje hydroizolace odolnost vůči kořenům, je nutné chránit hydroizolaci samostatnou vrstvou odolnou proti prorůstání.

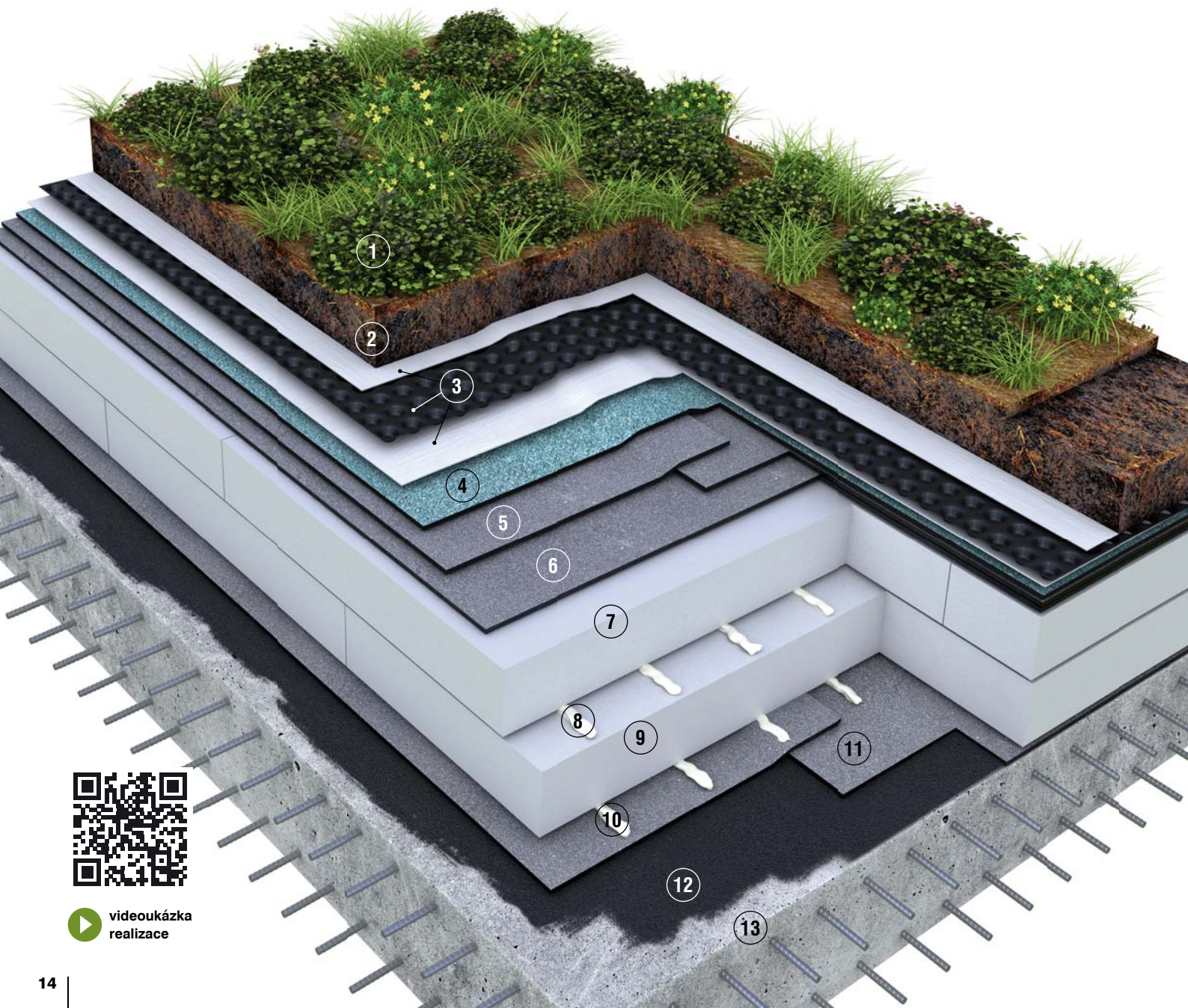
SYSTÉMOVÉ SKLADBY GREENDEK

VEGETAČNÍ EXTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 20 DEK STŘECHA ST.2005D

jednoplášťová, vegetační, s povlakovou hydroizolací, AP, lepená, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

typ objektu: rodinný dům, bytový dům, administrativní budova

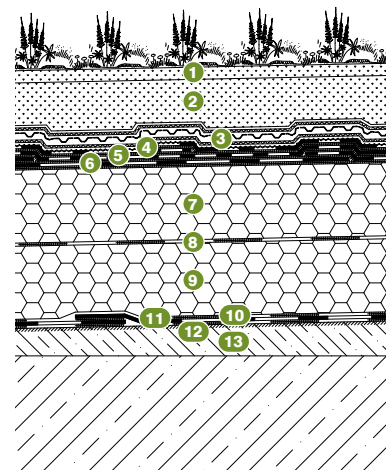


 videoukázka realizace

SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
1	vegetační GREENDEK rozchodníková rohož S5	25–40	předpěstovaná vegetační rohož na vytlivací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)
2	vegetační, hydroakumulační GREENDEK substrát střešní extenzivní	80	substrát pro suchomilné rostliny
3	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 20 vegetační kompozit	25	HDPE nopová fólie s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširovaná PP textilie 150g/m ² , spodní povrch kaširovaná PP textilie 300g/m ²
4	hydroizolační – ochranný pás ELASTEK 50 GARDEN	5,3	pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů a břidličným posypem
5	hydroizolační – mezivrstva GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem
6	hydroizolační – podkladní pás GLASTEK 30 STICKER PLUS	3,0	samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem
7	tepelněizolační EPS 150	120	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu
8	stabilizační PUK 3D XL		polyuretanové lepidlo
9	tepelněizolační EPS 150	120	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu ve více vrstvách
10	stabilizační PUK 3D XL		polyuretanové lepidlo
11	parotěsnicí, vzduchotěsnicí, hydroizolační – provizorní GLASTEK AL 40 MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem
12	přípravný nátěr podkladu DEKPRIMER	-	asfaltová, vodou ředitelná emulze
13	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

SCHÉMA KONSTRUKCE



NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórobetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.7001B	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.7002A	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.8001B	z nosníků a vložek, pórobetonový, s nadbetonávkou

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
DEK Strop SK.7001B	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.7002A	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.8001B	REI 30 DP1	
Odolnost při působení vnějšího požáru	nešíří požár střešním pláštěm	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Hydroizolační spolehlivost	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R3	
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 X R4	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	-----------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ⁻² .K ⁻¹	220 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ⁻² .K ⁻¹	240–340 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ⁻² .K ⁻¹	140 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 4. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2 a 3 dle ČSN 73 0540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelnětechnické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Atelieru DEK.

PARAMETRY EXTENZIVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ

Hmotnost suchá	64,45 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	132,15 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	67,7 l.m ⁻²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační souvrství pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Součinitel odtoku C _s	0,5	dle směrnice FLL
Součinitel odtoku C	0,5	pro dotaci NZÚ
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,7	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1 % až 5 %
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,35	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné, bytové domy a administrativní budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou lepením. Hydroizolační vrstva je z asfaltového samolepicího podkladního pásu a dvou natavitelných asfaltových pásů. Tepelněizolační vrstva je z desek z EPS. Parotěsnicí vrstva a provizorní hydroizolace je z asfaltového pásu. Spádovou vrstvu tvoří beton. Nad hydroizolací je vegetační souvrství. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Na sání větru se navrhuje a posuzuje samostatně stabilita skladby bez provozních vrstev. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vrstvy nad hydroizolací. U rekonstrukcí je pro návrh nutné zjištění únosnosti podkladu. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Z důvodu údržby je třeba zajistit vhodný přístup na střechu, včetně přívodu vody pro závlahu. Únosnost použité tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách či do šterku, dřevěné rošty).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. Chování skladby při působení vnějšího požáru bylo ověřeno zkouškou. Skladba nešíří požár střešním pláštěm a lze ji tedy použít do míst s požadavkem B_{ROOF}(t3) za předpokladu: maximální sklon střešního pláště je 10°, střecha je rozdělena na plochy menší než 1 500 m² nehořlavými pásy šířky min. 2 000 mm (např. násyp z praného říčního kameniva v tl. min. 50 mm). Vegetační vrstva musí být pravidelně udržována, je nepochozí (pochozí pouze pro údržbu). Vegetační skladbu střechy lze kombinovat s jinými skladbami, např. s dlažbou na podložkách.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnětechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 730540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17°C. Skladba je posouzena v ploše střechy s uvažovanou korekcí na systematické tepelné mosty vlivem kotev 0,013 W.m².K⁻¹. U detailů vždy doporučujeme ověřit jejich funkci podrobným 2D (3D) tepelnětechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon povrchu střech pro zajištění dostatečného odtoku vody je 1,7° (3%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev lepením nebo přitížením je 5° (8,7%). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev skladby ve směru spádu.

Technologie provádění

Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Parotěsnicí a provizorní hydroizolační vrstva se natavuje bodově na podklad opatřený přípravným nátěrem. Tepelná izolace se klade ve více vrstvách se vzájemným převázáním spár. Vrstvy se lepí polyuretanovými lepidly (INSTA-STIK STD, PUK 3D nebo PUK 3D XL) mezi sebou i k podkladu. Každá deska tepelné izolace musí být stabilizována vůči pohybu. Podkladní asfaltový pás se na povrch tepelné izolace lepí. Další vrstvy asfaltových pásů musí být k podkladnímu pásu a mezi sebou celoplošně nataveny. Hydroizolace je plně spojena s EPS až po natavení vrchního asfaltového pásu. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen kačirkem. Substrát musí být chráněn před erozí větrem, například předpěstovanou DEK rozchodníkovou rohoží S5, případně v kombinaci s geomříží. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen práním říčním kamenivem. Na ochraně substrátu před erozí větrem se podílí předpěstovaná DEK rozchodníková rohož S5 popř. v kombinaci s geomříží.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravovat rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Není-li prováděna úprava rovinnosti v dílčích vrstvách, doporučuje se u minimálního sklonu povrchu střechy zajistit rovinnost podkladu pod skladbou max. ±5 mm na 2 m lati.

Alternativní řešení

Tepelnou izolaci, případně i hydroizolaci lze stabilizovat kotvením. Vhodný kotevní systém se volí na základě parametrů podkladu. U rekonstrukcí je nutné před návrhem zjištění únosnosti podkladu výtažnou zkouškou.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)
1	GREENDEK rozhodníková rohož S5 předpěstovaná vegetační rohož, na vytlívací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)	25–40
2	GREENDEK substrát střešní extenzivní substrát pro suchomilné rostliny	60–200
3	GREENDEK 20 vegetační kompozit kompletizovaná rohož, HDPE novová fólie s výškou 20mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširován PP textilií 150g/m ² , spodní povrch kaširován PP textilií 300g/m ²	20
4	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství	

PARAMETRY VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ S GREENDEK 20 DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
60	52,45	109,15	56,70	1,0	0,7	
70	58,45	120,65	62,20			0,35
80	64,45	132,15	67,70			
90	70,45	143,65	73,20			
100	76,45	155,15	78,70			
110	82,45	166,65	84,20		0,4	
120	88,45	178,15	89,70			
130	94,45	189,65	95,20			
140	100,45	201,15	100,70			
150	106,45	212,65	106,20			
160	112,45	224,15	111,70			
170	118,45	235,65	117,20			0,17
180	124,45	247,15	122,70			
190	130,45	258,65	128,20			
200	136,45	270,15	133,70			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty celého souvrství; ³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

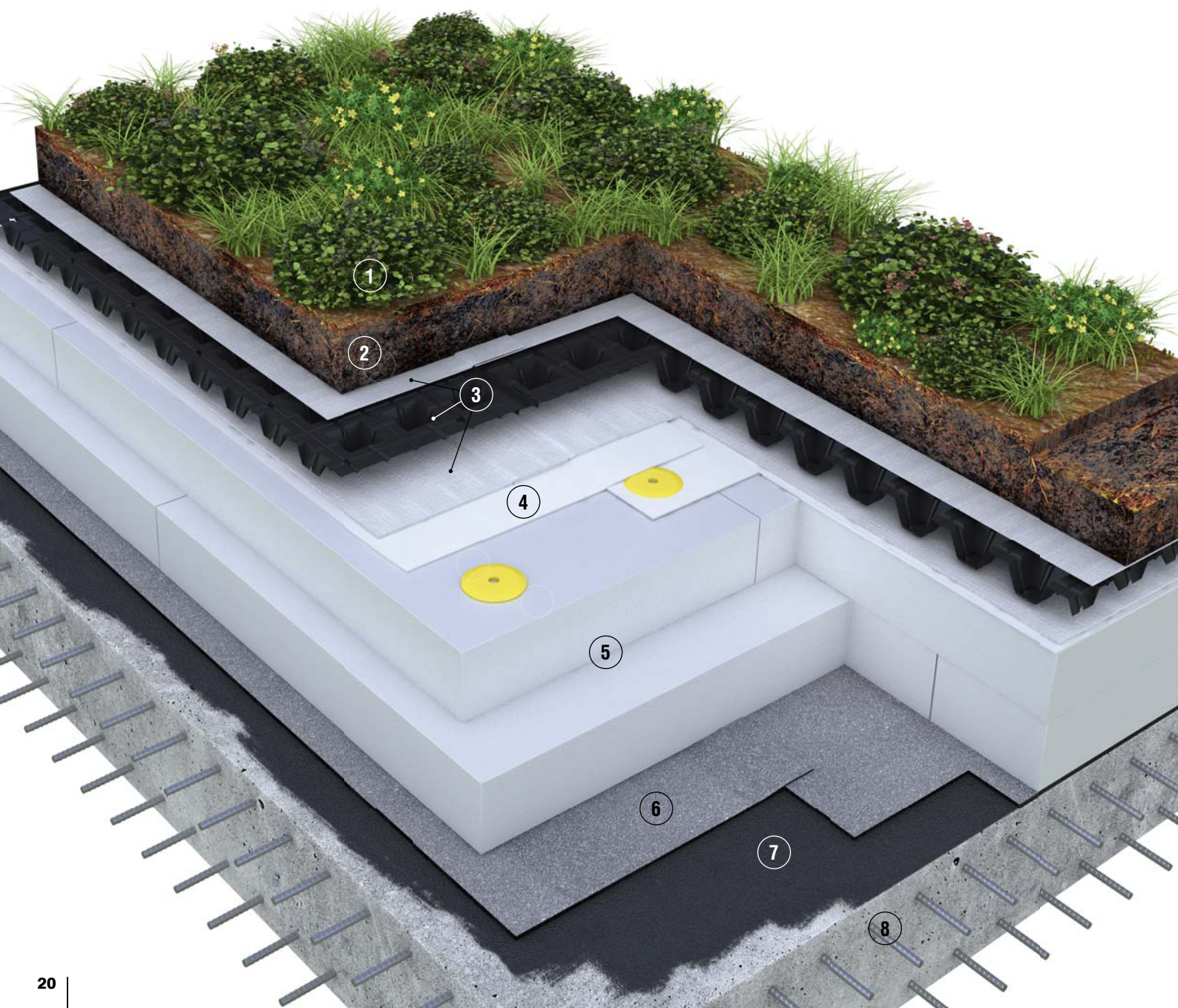


VEGETAČNÍ EXTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 40 DEK STŘECHA ST.2005F

jednoplášťová, vegetační, s povlakovou hydroizolací, fólie TPO/FPO, kotvená, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

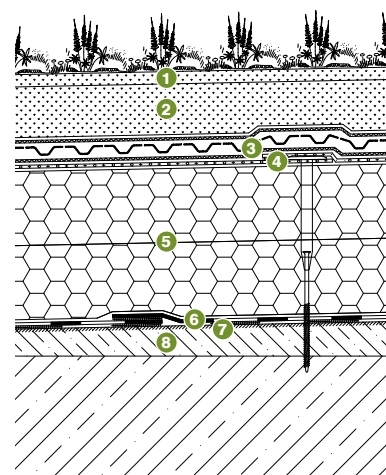
typ objektu: rodinný dům, bytový dům, administrativní budova



SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
1	vegetační GREENDEK rozchodníková rohož S5	25–40	předpěstovaná vegetační rohož na vytlívací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)
2	vegetační, stabilizační, hydroakumulační GREENDEK substrát střešní extenzivní	80	substrát pro suchomilné rostliny
3	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 40 vegetační kompozit	45	HDPE nopová fólie výšky 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširovaná PP textilie 150 g/m ² , spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m ²
4	hydroizolační MAPEPLAN T M	1,8	fólie z TPO/FPO určená k mechanickému kotvení
5	tepelněizolační EPS 150	160	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu
6	parotěsnicí, vzduchotěsnicí, hydroizolační – provizorní GLASTEK AL 40 MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem
7	přípravný nátěr podkladu DEKPRIMER	-	asfaltová, vodou ředitelná emulze
8	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

SCHEMA KONSTRUKCE



NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórobetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.7001B	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.7002A	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.8001B	z nosníků a vložek, pórobetonový, s nadbetonávkou

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
DEK Strop SK.7001B	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.7002A	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.8001B	REI 30 DP1	
Odolnost při působení vnějšího požáru	nešíří požár střešním pláštěm	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Hydroizolační spolehlivost	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R3	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	--------------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ² .K ⁻¹	240 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ² .K ⁻¹	260–400 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ² .K ⁻¹	160 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 4. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1 200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2 a 3 dle ČSN 730540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelnětechnické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Atelieru DEK.

PARAMETRY EXTENZIVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ

Hmotnost suchá	65,02 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	135,02 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	70 l.m ⁻²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační souvrství pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Součinitel odtoku C _s	0,5	dle směrnice FLL
Součinitel odtoku C	0,5	pro dotaci NZÚ
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,7	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1 % až 5 %
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,35	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné a bytové domy a administrativní budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou mechanickým kotvením. Hydroizolační vrstva je z FPO/TPO fólie. Tepelněizolační vrstva je z desek z EPS. Parotěsnicí vrstva a provizorní hydroizolace je z asfaltového pásu. Spádovou vrstvu tvoří beton. Nad hydroizolací je vegetační souvrství. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Na sání větru se navrhuje a posuzuje samostatně stabilita skladby bez provozních vrstev. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vrstvy nad hydroizolací. Vhodný kotevní systém se volí na základě parametrů podkladu. U rekonstrukcí je nutné před návrhem zjištění únosnosti podkladu výtažnou zkouškou. Pro obecný návrh bez specifikace kotevního prvku doporučujeme uvažovat maximální hodnotu pro jeden kotevní prvek 400N. Tuto hodnotu je možné zvýšit po specifikaci prvku na základě údajů o únosnosti zjištěných na základě zkoušek dle ČSN EN 16002. Kotva může přenášet jen takové zatížení, aby nedošlo k překročení pevnosti spoje fólie v odlupu. Při posouzení stability na sání větru lze zvážit, zda se na jejím zajištění může podílet i vrstva substrátu. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Je třeba zajistit přístup na střechu a přívod vody pro závlahu. Únosnost použité tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. Chování skladby při působení vnějšího požáru bylo ověřeno zkouškou. Skladba nešíří požár střešním pláštěm a lze ji tedy použít do míst s požadavkem B_{ROOF}(t3) za předpokladu: maximální sklon střešního pláště je 10°, střecha je rozdělena na plochy menší než 1 500 m² nebořavými pásy šířky min. 2 000 m (např. násyp z praného říčního kameniva v tl. min. 50 mm). Vegetační vrstva musí být pravidelně udržována, je nepochozí (pochozí pouze pro údržbu). Vegetační skladbu střechy lze kombinovat s jinými skladbami, např. s dlažbou na podložkách.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnotechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 73 0540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17°C. Skladba je posouzena v ploše střechy s uvažovanou korekcí na systematické tepelné mosty vlivem kotev 0,013 W.m⁻².K⁻¹. U detailů vždy doporučujeme ověřit jejich funkci podrobným 2D (3D) tepelnotechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon povrchu střech pro zajištění dostatečného odtoku vody je 1,7° (3%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev kotvením je 5° (8,7%). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev skladby ve směru spádu.

Technologie provádění

Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Parotěsnicí a provizorní hydroizolační vrstva se natavuje bodově na podklad opatřený přípravným nátěrem. Tepelná izolace se klade ve více vrstvách se vzájemným převázáním spár. Každá deska tepelné izolace musí být stabilizována vůči pohybu. Pro ověření proveditelnosti návrhu stabilizace je nutné provést výtažné zkoušky únosnosti podkladu. Při nesplnění uvažovaných parametrů v návrhu, případně záměně navržených kotev je nutné provést nový návrh stabilizace střechy. Kotvy pro stabilizaci hydroizolace se umísťují do stanovené polohy v přesahu fólie. Teplotu svařování hydroizolace je nutné vždy nastavit na základě zkoušek při konkrétních podmínkách stavby. Opracování detailů vyžaduje použití koutových a rohových tvarovek. Všechny svařované plochy hydroizolace je nutné před svařováním ošetřit přípravkem MAPEPLAN T SEAM PREP. Vegetační kompozit GREENDEK se klade přímo na hydroizolaci a na něj se rozprostře substrát. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen praným říčním kamenivem. Na ochraně substrátu před erozí větrem se podílí předpřetávaná DEK rozchodníková rohož S5 popř. v kombinaci s geomříží.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravovat rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Není-li prováděna úprava rovinnosti v dílčích vrstvách, doporučuje se u minimálního sklonu povrchu střechy zajistit rovinnost podkladu pod skladbou max. ±5 mm na 2 m lati.

Alternativní řešení

Spád může tvořit přímo nosná konstrukce nebo může být vytvořen tepelnou izolací. Hydroizolační fólii lze zvolit i ve větší tloušťce 2,0 mm. V případě že stabilizaci zajišťuje vegetační vrstva, použije se fólie MAPEPLAN T B, která se v ploše volně pokládá a po obvodě a v místě prostupů se stabilizuje mechanickým kotvením.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)
①	GREENDEK rozhodníková rohož S5 předpěstovaná vegetační rohož na vytlívací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)	25–40
②	GREENDEK substrát střešní extenzivní substrát pro suchomilné rostliny	60–200
③	GREENDEK 40 vegetační kompozit kompletizovaná rohož, HDPE novová fólie s výškou 40mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširován PP textilií 150g/m ² , spodní povrch kaširován PP textilií 300g/m ²	40
④	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství	

TAB. 2.4.2 – 3 PARAMETRY EXTENZIVNÍ VEGETAČNÍ STŘECHY S GREENDEK 40 DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
60	53,02	112,02	59,00	1,0	0,7	
70	59,02	123,52	64,50			0,35
80	65,02	135,02	70,00			
90	71,02	146,52	75,50			
100	77,02	158,02	81,00			
110	83,02	169,52	86,50		0,4	
120	89,02	181,02	92,00			
130	95,02	192,52	97,50			
140	101,02	204,02	103,00			
150	107,02	215,52	108,50			
160	113,02	227,02	114,00			
170	119,02	238,52	119,50			0,17
180	125,02	250,02	125,00			
190	131,02	261,52	130,50			
200	137,02	273,02	136,00			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty celého souvrství; ³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

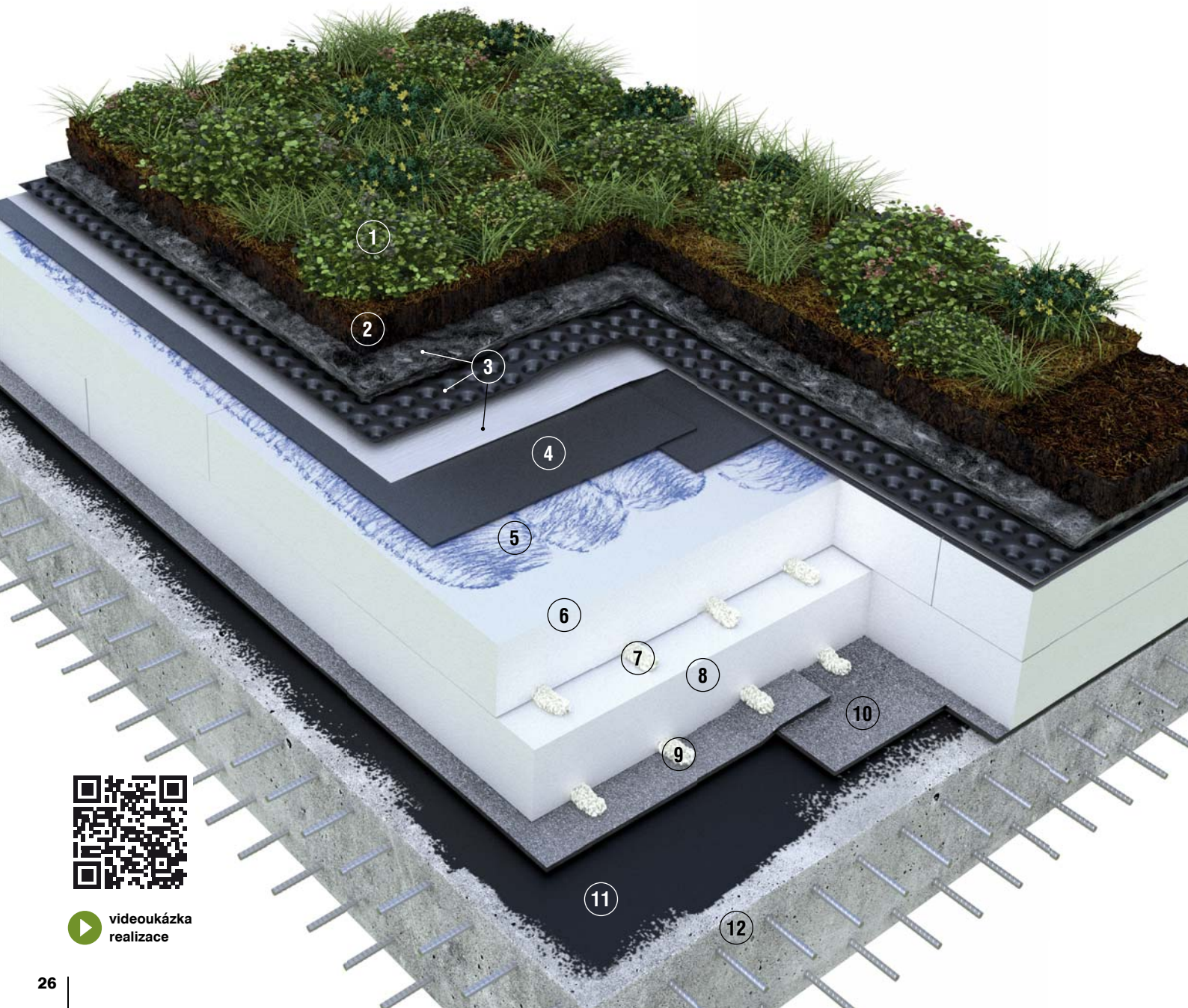


VEGETAČNÍ EXTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 20 PLUS | DEK STŘECHA ST.1014B

jednoplášťová, vegetační, lepená, fólie EPDM, EPS, parozábrana z AP, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

typ objektu: rodinný dům, bytový dům, administrativní budova

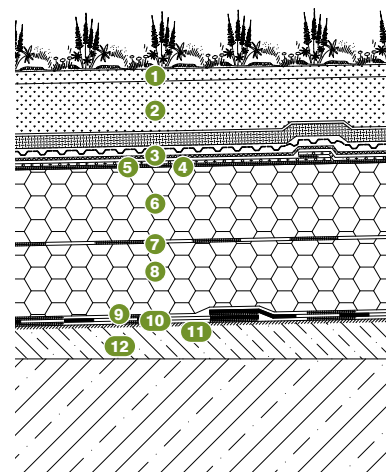


 videoukázka realizace

SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
1	vegetační GREENDEK rozchodníková rohož S5	25–40	předpěstovaná vegetační rohož na vytlívací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)
2	vegetační, stabilizační, hydroakumulační GREENDEK substrát střešní extenzivní	60	substrát pro suchomilné rostliny
3	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 20 PLUS vegetační kompozit	43	HDPE nopová fólie výšky 20mm s perforací v horním povrchu, horní povrch recyklovaná PES rohož tloušťky 20mm, spodní povrch kaširovaná PP textilie 300g/m ²
4	hydroizolační RESITRIX SK W	2,5	EPDM fólie vyztužená tkaninou ze skleněných vláken se samolepicí vrstvou z SBS asfaltu na spodní straně, nalepená, s odolností proti prorůstání kořenů
5	přípravný nátěr podkladu RESITRIX FG 40	-	základní nátěr pod samolepicí EPDM fólie
6	tepelněizolační EPS 150	100	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu
7	stabilizační PUK 3D XL		polyuretanové lepidlo
8	tepelněizolační EPS 150	120	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu
9	stabilizační PUK 3D XL		polyuretanové lepidlo
10	parotěsnicí, hydroizolační – provizorní GLASTEK AL 40 MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem
11	přípravný nátěr podkladu DEKPRIMER	-	asfaltová, vodou ředitelná emulze
12	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

SCHEMA KONSTRUKCE



NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórabetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.7001B	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.7002A	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.8001B	z nosníků a vložek, pórabetonový, s nadbetonávkou

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
DEK Strop SK.7001B	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.7002A	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.8001B	REI 30 DP1	
Odolnost při působení vnějšího požáru	nešíří požár střešním pláštěm	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Hydroizolační spolehlivost	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R3	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	--------------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ⁻² .K ⁻¹	220 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ⁻² .K ⁻¹	240–340 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ⁻² .K ⁻¹	140 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 5. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2, 3 a 4 dle ČSN 73 0540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelnětechnické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Atelieru DEK.

PARAMETRY EXTENZIVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ

Hmotnost suchá	54,3 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	120,8 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	66,5 l.m ⁻²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační souvrství pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Součinitel odtoku C _s	0,5	dle směrnice FLL
Součinitel odtoku C	0,5	pro dotaci NZÚ
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,7	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1 % až 5 %
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,35	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné, bytové domy a administrativní budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou lepením. Hydroizolační vrstva je EPDM fólie. Tepelněizolační vrstva je z desek z EPS. Parotěsnicí vrstva a provizorní hydroizolace je z asfaltového pásu. Spádovou vrstvu tvoří beton. Nad hydroizolací je vegetační souvrství. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Na sání větru se navrhuje a posuzuje samostatně stabilita skladby bez provozních vrstev. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vrstvy nad hydroizolací. U rekonstrukcí je pro návrh nutné zjištění únosnosti podkladu. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Z důvodu údržby je třeba zajistit vhodný přístup na střechu, včetně přívodu vody pro závlahu. Únosnost použité tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách či do šterku, dřevěné rošty).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. Chování skladby při působení vnějšího požáru bylo ověřeno zkouškou. Skladba nešíří požár střešním pláštěm a lze ji tedy použít do míst s požadavkem B_{ROOF}(t3) za předpokladu: maximální sklon střešního pláště je 10°, střecha je rozdělena na plochy menší než 1 500 m² nebořlavými pásy šířky min. 2 000 m (např. násyp z praného říčního kameniva v tl. min. 50 mm). Vegetační vrstva musí být pravidelně udržována, je nepochozí (pochozí pouze pro údržbu). Vegetační skladbu střechy lze kombinovat s jinými skladbami, např. s dlažbou na podložkách.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnětechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 73 0540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena pro splnění požadavku při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17°C. U detailů vždy doporučujeme ověřit jejich funkci podrobným 2D (3D) tepelnětechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon povrchu střech pro zajištění dostatečného odtoku vody je 1,7° (3%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev lepením je 5° (8,7%). Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravovat rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev skladby.

Technologie provádění

Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Parotěsnicí a provizorní hydroizolační vrstva se natavuje bodově na podklad opatřený přípravým nátěrem. Spoje se vodotěsně svaří. Tepelná izolace se klade ve více vrstvách se vzájemným převázáním spár. Vrstvy se lepí polyuretanovými lepidly (INSTA-STIK STD, PUK 3D nebo PUK 3D XL) mezi sebou i k podkladu. Hydroizolace je samolepicí se snímatelnou fólií. Před aplikací se podklad opatří základním nátěrem (RESITRIX FG 40). Přesah fólie se při stabilizaci lepením nebo přitížením provádí minimálně 50 mm. Fólie se spojuje horkovzdušným přístrojem. Svar fólií v ploše se standardně provádí v šířce 50 mm (používá se tryska šířky 40 mm). Při provádění hydroizolace není vyžadováno použití speciálních doplňků (spojovacích pásek a tvarovek). Hydroizolace z fólie RESITRIX SK W může být zakryta dalšími vrstvami vegetační střechy ihned při realizaci anebo v případě potřeby až s odstupem času. Vegetační kompozit GREENDEK se klade přímo na hydroizolaci a na něj se rozprostře substrát. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen práným říčním kamenivem. Na ochraně substrátu před erozí větrem se podílí předpěstovaná DEK rozchodníková rohož S5 popř. v kombinaci s geomříží.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravovat rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Není-li prováděna úprava rovinnosti v dílčích vrstvách, doporučuje se u minimálního sklonu povrchu střechy zajistit rovinnost podkladu pod skladbou max. ±5 mm na 2 m lati.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)
①	GREENDEK rozhodníková rohož S5	25–40
②	GREENDEK substrát střešní extenzivní	40–180
③	GREENDEK 20 PLUS vegetační kompozit	40
④	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů	systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství

TAB. 2.4.2 – 2 PARAMETRY EXTENZIVNÍ VEGETAČNÍ STŘECHY S GREENDEK 20 PLUS DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
40	42,30	97,80	55,50	1,0	0,7	
50	48,30	109,30	61,00			0,4
60	54,30	120,80	66,50			0,35
70	60,30	132,30	72,00			
80	66,30	143,80	77,50			
90	72,30	155,30	83,00		0,4	
100	78,30	166,80	88,50			
110	84,30	178,30	94,00			
120	90,30	189,80	99,50			
130	96,30	201,30	105,00			
140	102,30	212,80	110,50			
150	108,30	224,30	116,00			
160	114,30	235,80	121,50			
170	120,30	247,30	127,00			0,17
180	126,30	258,80	132,50			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty celého souvrství;

³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1 % až 5 %; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC



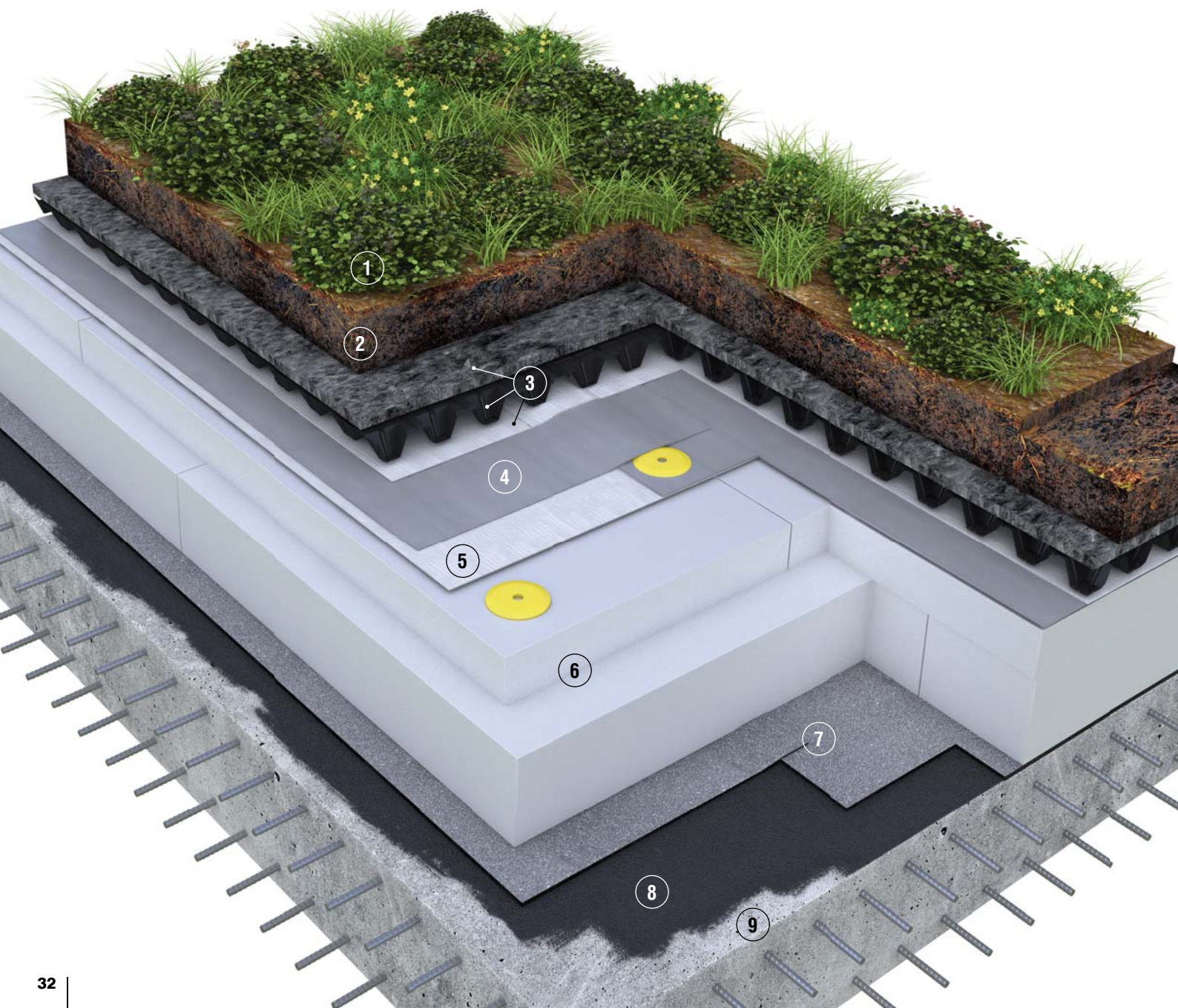
rodinný dům Česká Třebová

VEGETAČNÍ EXTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 40 PLUS | DEK STŘECHA ST.2005E

jednoplášťová, vegetační, s povlakovou hydroizolací, fólie PVC, kotvená, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

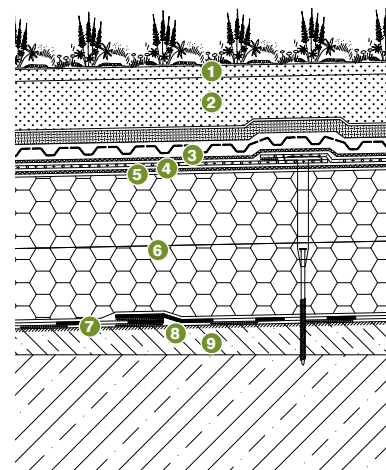
typ objektu: rodinný dům, bytový dům, administrativní budova



SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
1	vegetační, hydroakumulační GREENDEK rozhodníková rohož S5	25–40	předpěstovaná vegetační rohož, na vytlívací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)
2	vegetační, stabilizační, hydroakumulační GREENDEK substrát střešní extenzivní	60	substrát pro suchomilné rostliny
3	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 40 PLUS vegetační kompozit	63	HDPE nopová fólie výšky 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch recyklovaná PES rohož tloušťky 20 mm, spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m ²
4	hydroizolační DEKPLAN 77	1,8	fólie z PVC-P určená pod zatěžovací vrstvy, mechanicky kotvená
5	separační FILTEK 300	2,9	netkaná textilie ze 100% polypropylenu
6	tepelněizolační EPS 150	240	desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu
7	parotěsnicí, vzduchotěsnicí, hydroizolační – provizorní GLASTEK AL 40 MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem
8	přípravný nátěr podkladu DEKPRIMER	-	asfaltová, vodou ředitelná emulze
9	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

SCHÉMA KONSTRUKCE



NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórobetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.7001B	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.7002A	z nosníků a vložek, keramický, s nadbetonávkou
DEK Strop SK.8001B	z nosníků a vložek, pórobetonový, s nadbetonávkou

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30 DP1	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
DEK Strop SK.7001B	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.7002A	REI 180 DP1	Platí pro celý strop včetně omítky.
DEK Strop SK.8001B	REI 30 DP1	
Odolnost při působení vnějšího požáru	nešíří požár střešním pláštěm	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (PODROBNOSTI VIZ KAP. 1.1.1)

Hydroizolační spolehlivost	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R3	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	--------------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ² .K ⁻¹	240 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ² .K ⁻¹	260–400 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ² .K ⁻¹	160 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 5. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1 200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2, 3 a 4 dle ČSN 730540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelné-technické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Atelieru DEK.

PARAMETRY EXTENZÍVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ (JINÉ TL. SUBSTRÁTU VIZ TAB. 2.4.2 – 4)

Hmotnost suchá	54,87 kg.m ²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	123,67 kg.m ²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	68,8 l.m ²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační souvrství pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Součinitel odtoku C _s	0,5	dle směrnice FLL
Součinitel odtoku C	0,5	pro dotaci NZÚ
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,7	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1 % až 5 %
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,35	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné a bytové domy a administrativní budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou mechanickým kotvením. Hydroizolační vrstva je z fólie z měkčeného PVC. Tepelněizolační vrstva je z desek z EPS. Parotěsnicí vrstva a provizorní hydroizolace je z asfaltového pásu. Spádovou vrstvu tvoří beton. Nad hydroizolací je vegetační souvrství. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Na sání větru se navrhuje a posuzuje samostatně stabilita skladby bez provozních vrstev. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vrstvy nad hydroizolací. Vhodný kotevní systém se volí na základě parametrů podkladu. U rekonstrukcí je pro návrh nutné zjištění únosnosti podkladu výtažnou zkouškou. Pro obecný návrh bez specifikace kotevního prvku doporučujeme uvažovat maximální hodnotu pro jeden kotevní prvek 300 N. Při posouzení stability na sání větru lze zvážit, zda se na jejím zajištění může podílet i vrstva substrátu. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Je třeba zajistit přístup na střechu a přívod závlahové vody. Únosnost tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách apod.).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. Chování skladby při působení vnějšího požáru bylo ověřeno zkouškou. Skladba nešíří požár střešním pláštěm a lze ji tedy použít do míst s požadavkem B_{ROOF}(t3) za předpokladu: maximální sklon střešního pláště je 10°, střecha je rozdělena na plochy menší než 1 500 m² nebořlavými pásy šířky min. 2 000 m (např. násyp z praného říčního kameniva v tl. min. 50 mm). Vegetační vrstva musí být pravidelně udržována, je nepochozí (pochozí pouze pro údržbu). Vegetační skladbu střechy lze kombinovat s jinými skladbami, např. s dlažbou na podložkách.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnětechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 73 0540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17°C. U detailů vždy doporučujeme ověřit jejich funkci podrobným 2D (3D) tepelnětechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon povrchu střech pro zajištění dostatečného odtoku vody je 1,7° (3%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev kotvením je 5° (8,7%). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev skladby ve směru spádu.

Technologie provádění

Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Parotěsnicí a provizorní hydroizolační vrstva se natavuje bodově na podklad opatřený přípravným nátěrem. Tepelná izolace se klade ve více vrstvách se vzájemným převázáním spár. Každá deska tepelné izolace musí být stabilizována vůči pohybu. Pro ověření proveditelnosti návrhu stabilizace je nutné provést výtažné zkoušky únosnosti podkladu. Při nesplnění uvažovaných parametrů v návrhu, případně záměně navržených kotev, je nutné provést nový návrh stabilizace střechy. Kotvy pro stabilizaci hydroizolace se umísťují do stanovené polohy v přesahu fólie. Teplotu svařování hydroizolace je nutné vždy nastavit na základě zkoušek při konkrétních podmínkách stavby. Opracování detailů vyžaduje použití koutových a rohových tvarovek. Spoje hlavní vodotěsnicí vrstvy z hydroizolační fólie DEKPLAN 77 je nutné opatřit závlivkou. Na svislých plochách (atiky, stěny světlíků, atp.) se již provádí hydroizolace z fólie DEKPLAN 76. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen praným říčním kamenivem. Na ochraně substrátu před erozí větrem se podílí předpěstovaná DEK rozchodníková rohož S5 popř. v kombinaci s geomříží.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průřehu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravit rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Není-li prováděna úprava rovinnosti v dílčích vrstvách, doporučuje se u minimálního sklonu povrchu střechy zajistit rovinnost podkladu pod skladbou max. ±5 mm na 2 m lati.

Alternativní řešení

Spád může tvořit přímo nosná konstrukce nebo může být vytvořen tepelnou izolací. Hydroizolační fólii lze zvolit i ve větší tloušťce 2,0 mm. V případě že stabilizaci zajišťuje vegetační vrstva, fólie se v ploše volně pokládá a po obvodě a v místě prostupů se stabilizuje mechanickým kotvením.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)
①	GREENDEK rozchodníková rohož S5 předpěstovaná vegetační rohož, na vytlačovací kokosové rohoži protkané PP sítkou s vrstvou substrátu a směsí extenzivních rostlin (5–8 druhů)	25–40
②	GREENDEK substrát střešní extenzivní substrát pro sušomilné rostliny	40–180
③	GREENDEK 40 PLUS vegetační kompozit kompletizovaná deska, HDPE nopová fólie s výškou 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširován recyklovanou PES rohoží tl. 20 mm, spodní povrch kaširován PP textilií 300 g/m ²	60
④	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů	

TAB. 2.4.2 – 4 PARAMETRY EXTENZIVNÍ VEGETAČNÍ STŘECHY S GREENDEK 40 PLUS DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
40	42,87	100,67	57,80	1,0	0,7	
50	48,87	112,17	63,30			0,4
60	54,87	123,67	68,80			0,35
70	60,87	135,17	74,30			
80	66,87	146,67	79,80			
90	72,87	158,17	85,30			
100	78,87	169,67	90,80		0,4	
110	84,87	181,17	96,30			
120	90,87	192,67	101,80			
130	96,87	204,17	107,30			
140	102,87	215,67	112,80			
150	108,87	227,17	118,30			
160	114,87	238,67	123,80			
170	120,87	250,17	129,30			0,17
180	126,87	261,67	134,80			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty;

³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC



rodinný dům Trojanovice

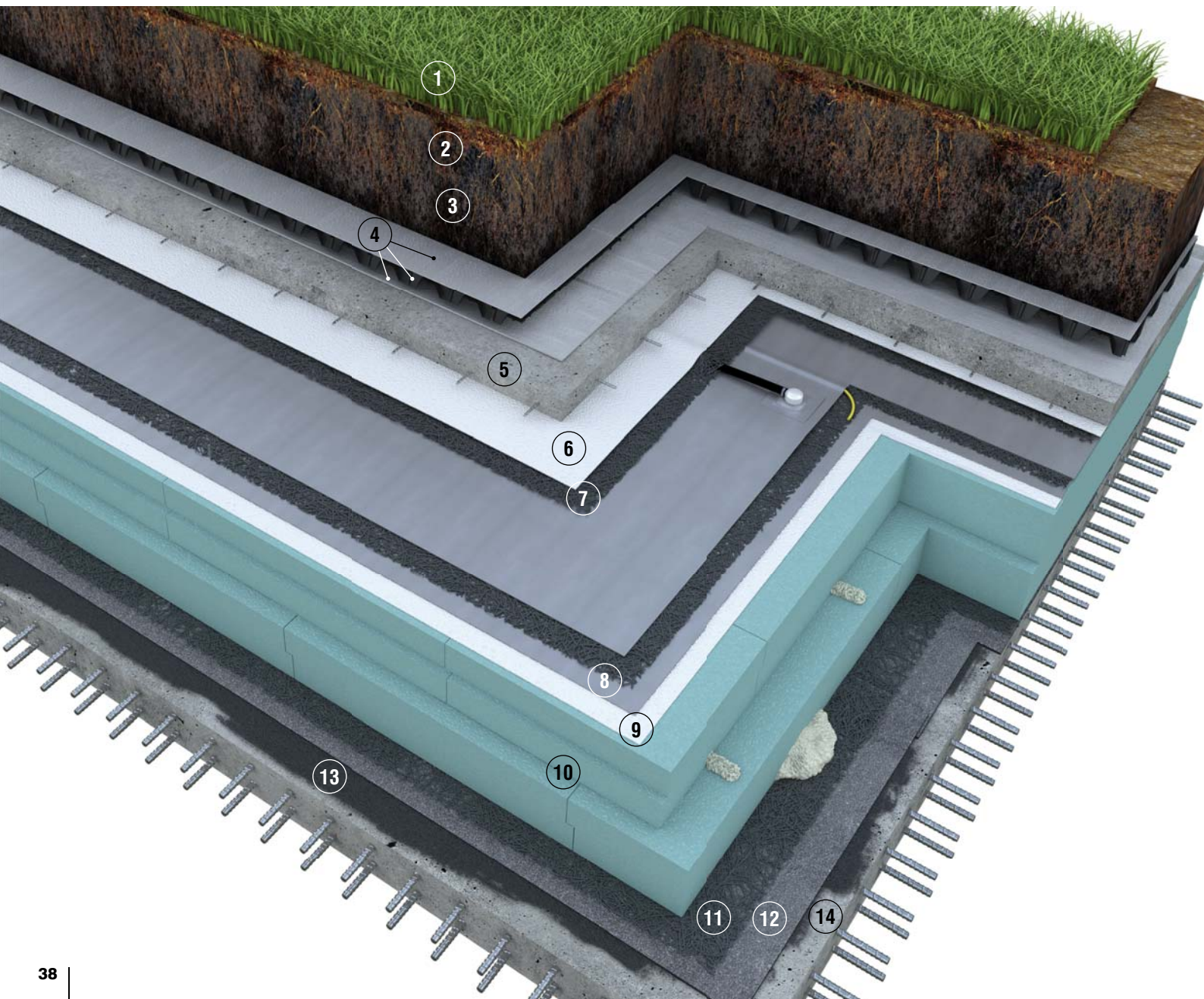
VEGETAČNÍ INTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 40 DEK STŘECHA ST.1014B

jednoplášťová, vegetační, s povlakovou hydroizolací, fólie PVC, přitížená, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

typ objektu: administrativní budova, průmyslová budova, obchodní budova

funkce: muzea, galerie, nemocnice, technologické provozy s cenným vybavením



SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
①	vegetační GREENDEK trávnickový koberec TR K 20	20–25	trávnickový koberec
②	vegetační, hydroakumulační GREENDEK substrát střešní trávnickový	50	substrát střešní pro travní porost
③	vegetační, hydroakumulační, stabilizační GREENDEK substrát střešní intenzivní	200	substrát střešní intenzivní
④	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 40 vegetační kompozit	45	HDPE nopová fólie výšky 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširovaná PP textilie 150 g/m ² , spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m ²
⑤	ochranná, stabilizační betonová mazanina	min. 60	monolitický beton
⑥	separační FILTEK 500	4,0	netkaná textilie ze 100% polypropylenu
⑦	drenážní DEKDREN P 900	6,0	rohož z prostorově orientovaných polyetylenových vláken
⑧	hydroizolační DUALDEK*	9,0	dvojitý kontrolovatelný hydroizolační systém s možností aktivace
⑨	separační FILTEK 300	2,9	netkaná textilie ze 100% polypropylenu
⑩	tepelněizolační XPS 500 L	240	desky z extrudovaného polystyrenu
⑪	drenážní DEKDREN P 900	6,0	rohož z prostorově orientovaných polyetylenových vláken
⑫	parotěsnicí, vzduchotěsnicí, hydroizolační – provizorní, hydroizolační – pojistná GLASTEK AL 40 MINERAL	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s hliníkovou vložkou a jemnozrnným posypem
⑬	přípravný nátěr podkladu DEKPRIMER	-	asfaltová, vodou ředitelná emulze
⑭	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

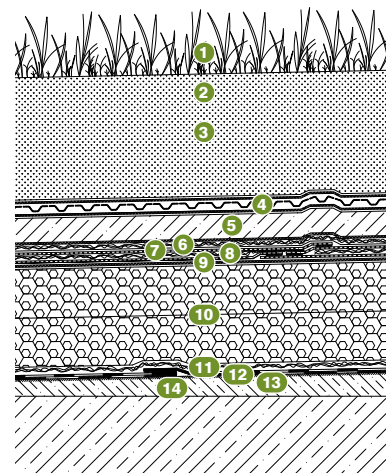
Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórobetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový

SCHEMA KONSTRUKCE



* SKLADBA SYSTÉMU DUALDEK

DEKPLAN 1,5 fólie z PVC-P určená pod zatěžovací vrstvy, hydroizolační vrstva

DEKDREN 6,0 P 900 rohož z prostorově orientovaných polyetylenových vláken, drenážní vrstva

DEKPLAN 1,5 77 fólie z PVC-P určená pod zatěžovací vrstvy, hydroizolační vrstva

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
Odolnost při působení vnějšího požáru	neověřeno	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Hydroizolační spolehlivost	S1 pro podmínky NNV5 P1 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 X R4	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

Hlavní hydroizolace je navržena z dvojitého sektorovaného systému s možností objektivní plošné vakuové kontroly (kontrolovatelný systém DUALDEK). Pojistná hydroizolace je navržena ve spádu s nezávislým odvodněním a s drenážní vrstvou nad svým povrchem. Hydroizolační konstrukce je určena pro návrhové namáhání vodou NNV5 dle metodiky ČHIS 01. Skladbu lze uplatnit i nad chráněné prostory, do kterých nesmí vnikat voda s potenciálem způsobit nenahraditelné škody. Příkladem takových prostor jsou muzea, galerie, archivy, nemocnice či technologické provozy s cenným vybavením.

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	-----------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ⁻² .K ⁻¹	240 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ⁻² .K ⁻¹	260–400 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ⁻² .K ⁻¹	160 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 5. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2, 3 a 4 dle ČSN 73 0540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelnětechnické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Ateliéru DEK.

PARAMETRY INTENZIVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ

Hmotnost suchá	182,02 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	298,92 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	116,9 l.m ⁻²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační souvrství pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,4	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,17	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné domy, administrativní, obchodní a průmyslové budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou přitížením. Skladba je určena pro trávy, byliny, trvalky a keře do výšky 400 mm. Hydroizolační vrstva s vyšší spolehlivostí je ze sektorované konstrukce ze dvou fólií z PVC-P s plošnou kontrolou za podtlaku (systém DUALDEK). Tepelněizolační vrstva je z desek z XPS. Parotěsnicí vrstva a pojistná hydroizolace je z asfaltového pásu. Spádovou vrstvu tvoří beton. Nad hydroizolací je ochranná betonová mazanina a vegetační souvrství. Pro funkci pojistné hydroizolační vrstvy je kromě drenážní vrstvy pod tepelnou izolací nutné zajištění samostatného odvodnění. Pro provedení hydroizolačního systému DUALDEK je nutná výrobní dokumentace, kterou lze objednat u Ateliero DEK. Je uvažováno pouze s vakuovou kontrolou sektorů, skladba neumožňuje aktivaci systému injektáží. Podrobný popis systému, technologie provádění, detaily apod. je uveden v publikaci Kutnar, Izolace spodní stavby: Skladby a detaily a v montážním návodu Fólie ALKORPLAN 35034 a hydroizolační systém DUALDEK. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Stabilita skladby je závislá pouze na provozních vrstvách. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vegetační souvrství. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Z důvodu údržby je třeba zajistit vhodný přístup na střechu, včetně přívodu vody pro závlahu. Skladba a únosnost použité tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách či do šterky, dřevěné rošty). Po podrobném statickém posouzení je možno na skladbu umístit i zahradní prvky s vyšším zatížením (květináče se vzrostlou zelení apod.).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. V požárně nebezpečném prostoru je nutné vegetační souvrství nahradit vrstvou z praného kameniva alespoň v tloušťce 50 mm nebo z jiných materiálů nešířících požár.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnětechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 73 0540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17 °C. U detailů vždy doporučujeme ověření funkce podrobným 2D (3D) tepelnětechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon hydroizolační vrstvy pro zajištění odtoku vody je 1° (1,7%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev přitížením je 5° (8,7%). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev ve směru spádu.

Technologie provádění

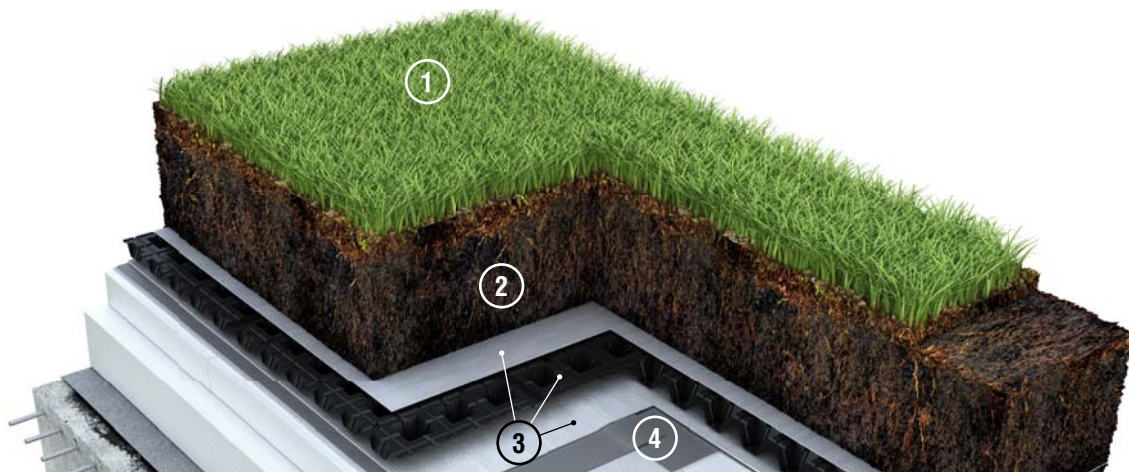
Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Parotěsnicí a provizorní hydroizolační vrstva se natavuje na penetrovaný podklad bodově. Tepelná izolace se klade ve více vrstvách se vzájemným převázáním spár. Každá deska tepelné izolace musí být stabilizována vůči pohybu lepením k podkladu (přes PETEXDREN P 900) bodově a mezi sebou v pruzích. Technologii provádění naleznete v montážním návodu Fólie ALKORPLAN 35034 a hydroizolační systém DUALDEK. Teplotu svařování hydroizolace je nutné vždy nastavit na základě zkoušek při konkrétních podmínkách stavby. Opracování detailů vyžaduje použití koutových a rohových tvarovek. Na svislých plochách (atiky, stěny světlíků atp.) se již provádí hydroizolace z fólie DEKPLAN 76. Před provedením ochranné betonové mazaniny na DEKDREN P 900 a textilií FILTEK 500 je nutné ověřit těsnost systému DUALDEK zkouškami. Do realizace betonové mazaniny musí být skladba stabilizována provizorním přitížením. Vegetační kompozit GREENDEK se klade přímo na hydroizolaci a na něj se rozprostře substrát. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen kačírkem. Substrát musí být chráněn do vzrůstu vegetace před erozí větrem např. geomříží, kokosovou rohoží nebo hydroosevem, v případě vysazované vegetace hustší výsadbou.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. K tomu je nutné upravovat rovinnost některých dílčích vrstev (obvykle tepelné izolace). Není-li prováděna úprava rovinnosti v dílčích vrstvách, doporučuje se u minimálního sklonu povrchu střechy zajistit rovinnost podkladu pod skladbou max. ±5 mm na 2 m lati.

Alternativní řešení

Alternativně lze použít předpěstovaný GREENDEK trávnikový koberec TR K 20, který zajistí okamžitou ochranu substrátu proti erozi.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)
①	GREENDEK trávnickový koberec TR K 20 předpěstovaný trávnickový koberec	25–35
②	GREENDEK substrát střešní intenzivní substrát pro intenzivní rostliny	150–300
③	GREENDEK 40 vegetační kompozit kompletizovaná deska, HDPE nopová fólie s výškou 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširován PP textilií 150 g/m ² , spodní povrch kaširován PP textilií 300 g/m ²	40
④	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství	

TAB. 2.4.3 – 1 PARAMETRY INTENZIVNÍ VEGETAČNÍ STŘECHY S GREENDEK 40 DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
150	142,02	233,92	91,90	1,0	0,4	0,35
160	150,02	246,92	96,90			
170	158,02	259,92	101,90			0,17
180	166,02	272,92	106,90			
190	174,02	285,92	111,90			
200	182,02	298,92	116,90			
210	190,02	311,92	121,90			
220	198,02	324,92	126,90			
230	206,02	337,92	131,90			
240	214,02	350,92	136,90			
250	222,02	363,92	141,90			
260	230,02	376,92	146,90		0,3	
270	238,02	389,92	151,90			
280	246,02	402,92	156,90			
290	254,02	415,92	161,90			
300	262,02	428,92	166,90			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty celého souvrství; ³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

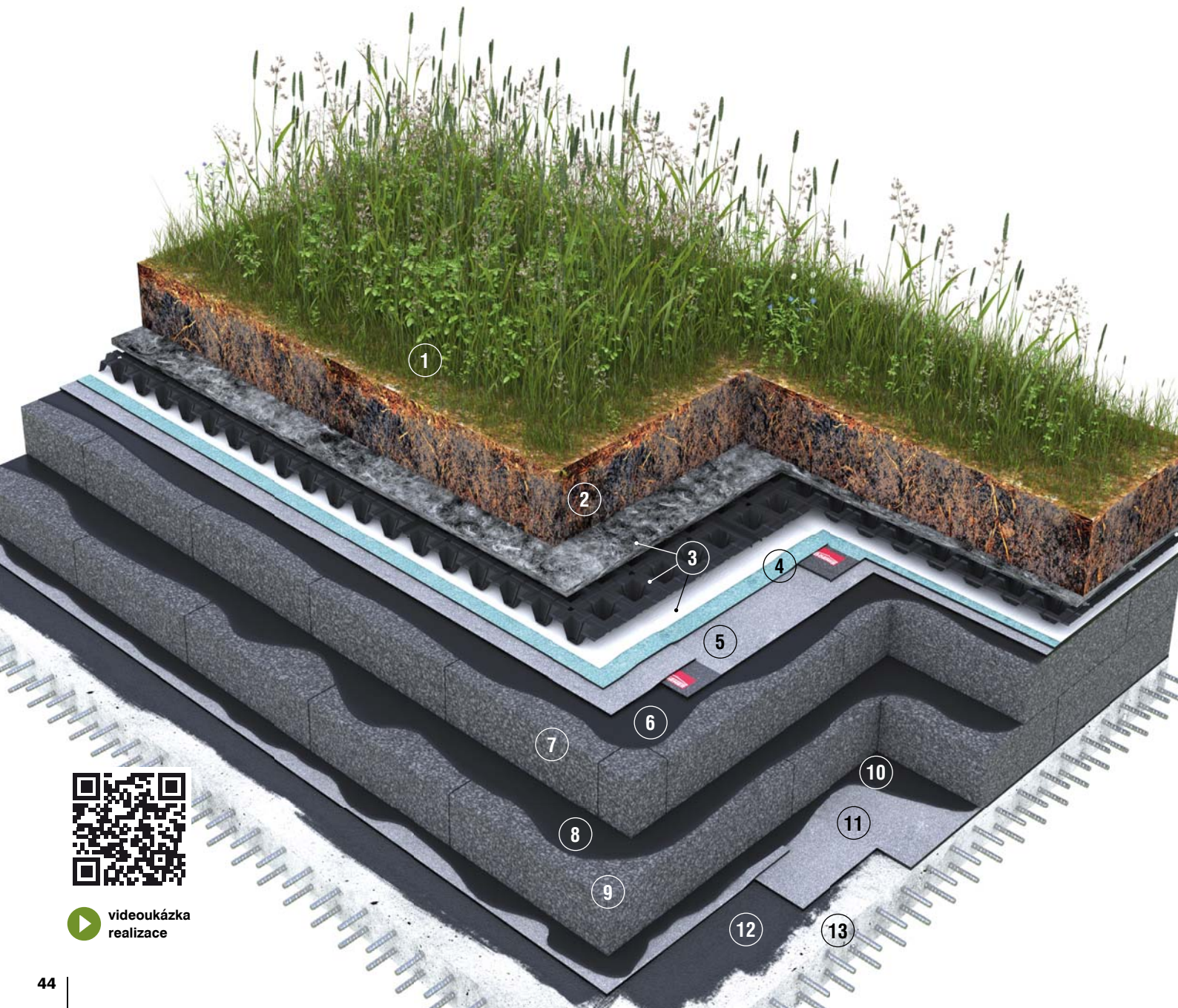


VEGETAČNÍ INTENZIVNÍ STŘECHA S GREENDEK 40 PLUS | DEK STŘECHA ST.2011B

jednoplášťová, vegetační, s povlakovou hydroizolací, AP, lepená, s ověřenou požární odolností, povrch tvoří vegetace

Obvyklé použití

typ objektu: rodinný dům, bytový dům, administrativní budova, průmyslová budova, obchodní budova

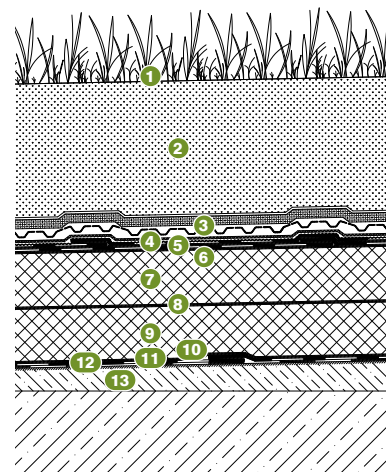


 videoukázka realizace

SPECIFIKACE SKLADBY

	VRSTVA	TL. (mm)	POPIS
①	vegetační intenzivní vegetace		trávník, trvalky a další druhy intenzivní vegetace
②	vegetační GREENDEK substrát střešní intenzivní	200	substrát střešní intenzivní
③	drenážní, hydroakumulační, filtrační GREENDEK 40 PLUS vegetační kompozit	63	HDPE nopová fólie výšky 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch recyklovaná PES rohož tloušťky 20 mm, spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m ²
④	hydroizolační – vrchní pás Parvita Star	5,2	pás z SBS modifikovaného asfaltu s aditivy proti prorůstání kořenů a břídlíčným posypem
⑤	hydroizolační – podkladní pás SK-Bit 105+ PUK	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem, na spodní straně netkaná textilie
⑥	stabilizační AOSI 95/35	-	oxidovaný asfalt, určený pro aplikaci za horka
⑦	tepelněizolační FOAMGLAS T3+	140	difuzně nepropustná deska na bázi pěnového skla
⑧	stabilizační AOSI 95/35	-	oxidovaný asfalt určený pro aplikaci za horka
⑨	tepelněizolační FOAMGLAS T3+	140	difuzně nepropustná deska na bázi pěnového skla
⑩	stabilizační AOSI 95/35	-	oxidovaný asfalt určený pro aplikaci za horka
⑪	parotěsnicí, vzduchotěsnicí, hydroizolační – provizorní POLY-Elast GG 200 S4	4,0	pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem
⑫	přípravný nátěr podkladu BÓCOPLAST VS	-	asfaltová vodou ředitelná emulze bez rozpouštědel
⑬	spádová betonová mazanina	min. 50	monolitický beton ve spádu

SCHÉMA KONSTRUKCE



NAVAZUJÍCÍ KONSTRUKCE

Obecné požadavky

Podklad tvoří nosná stropní konstrukce. Povrch podkladu tvoří beton nebo cihelný popř. pórabetonový povrch stropu z nosníků a vložek bez nadbetonávky.

Příklad vhodné skladby

DEK Strop SK.1001A	monolitický, železobetonový
DEK Strop SK.1002A	monolitický, železobetonový

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Podkladní konstrukce	Požární odolnost	
DEK Strop SK.1001A	REI 60	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 80 mm a krytím spodní výztuže min. 20 mm.
DEK Strop SK.1002A	REI 30	Platí u prostě podepřené železobetonové desky s min. tloušťkou 60 mm a krytím spodní výztuže min. 10 mm.
Odolnost při působení vnějšího požáru	neověřeno	

OCHRANA ZDRAVÍ OSOB A ZVÍŘAT, ZDRAVÝCH ŽIVOTNÍCH PODMÍNEK A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Hydroizolační spolehlivost	S2 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R2	pokud lze při demontáži v rámci opravy přesouvat a hromadit materiál vrstev nad hydroizolací s ohledem na únosnost konstrukce
	S3 pro podmínky NNV5 P2 K3 F R3	
	S4 pro podmínky NNV5 P2 K3 X R4	speciálními opatřeními při realizaci lze spolehlivost zlepšit o 1 stupeň (např. úprava klimatických podmínek, dodatečné ověřování účinnosti opravitelných konstrukcí, nadstandardní mechanická ochrana, nadstandardní technická kontrola realizace)

OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRACÍM

Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost R_w	závisí na řešení nosné konstrukce	např. skladba s železobetonovou nosnou vrstvou při objemové hmotnosti 2400 kg/m ³ tloušťky 140 mm má vzduchovou neprůzvučnost minimálně $R_w = 49$ dB
--	-----------------------------------	--

ÚSPORA ENERGIE A TEPELNÁ OCHRANA

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-2	Minimální tloušťka tepelné izolace	Vhodnost použití	
Doporučená hodnota	0,16 W.m ² .K ⁻¹	220 mm	vytváří předpoklad pro splnění požadavků na energetickou náročnost budov dle vyhlášky 264/2020 Sb. a zákona 406/2000 Sb.
Doporučená hodnota pro pasivní domy	0,15–0,10 W.m ² .K ⁻¹	240–360 mm	při návrhu pasivních domů
Požadovaná hodnota	0,24 W.m ² .K ⁻¹	160 mm	pro hodnocení konstrukce dle vyhlášky 268/2009 Sb.

Okrajové podmínky použití skladby z hlediska tepelné techniky

Návrhová vnitřní teplota v zimním období	20 °C	
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	50 %	
Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu	do 5. vlhkostní třídy dle ČSN EN ISO 13788	
Maximální nadmořská výška	do 1200 m n. m.	teplotní oblast 1, 2, 3 a 4 dle ČSN 730540-3

Řešení tepelné stability

Masivní nosnou konstrukci lze efektivně využít pro řešení tepelné stability místnosti pod střechou v letním období. Pozitivní vliv na tepelnou stabilitu má i použití vegetační střechy.

ROZŠÍŘENÉ POUŽITÍ SKLADBY

Použití skladby pro jiné objekty ovlivňují tepelnětechnické, požární, akustické a další požadavky. Podklady pro rozšířené použití skladby z hlediska tepelné techniky naleznete v tabulce na konci kapitoly. Rozšířené použití vždy doporučujeme konzultovat s technikem Atelieru DEK.

PARAMETRY INTENZIVNÍHO VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ

Hmotnost suchá	163,87 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Hmotnost nasycená	285,57 kg.m ⁻²	průměrná hodnota
Maximální vodní kapacita	121,7 l.m ⁻²	průměrná hodnota
Souč. odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí	1	doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1
Souč. odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsak. zař.	0,4	dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%
Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného	0,17	hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC

Navrhování

Skladba je určena pro rodinné, bytové domy, administrativní, obchodní a průmyslové budovy. Jedná se o jednoplášťovou vegetační skladbu střechy stabilizovanou lepením. Skladba je určena pro trávy, byliny, trvalky a keře do výšky 400 mm. Hydroizolační vrstva je ze souvrství asfaltových pásů. Tepelněizolační vrstva je z nenasákových desek z pěnového skla se spárami vyplněnými asfaltem. Taková vrstva je zároveň účinnou parozábranou a podílí se na spolehlivosti hydroizolace, která je s tepelnou izolací celoplošně spojena. Skladba musí odolat účinkům sání větru dle ČSN EN 1991-1-4. Na sání větru se navrhuje a posuzuje samostatně stabilita skladby bez provozních vrstev. Na účinky sání větru je nutné posoudit i vrstvy nad hydroizolací. U rekonstrukcí je pro návrh nutné zjištění únosnosti podkladu. Je třeba uplatnit hmotnost substrátu v suchém stavu. Je nutná pravidelná kontrola a údržba střechy a doplňování substrátu a rostlin. Z důvodu údržby je třeba zajistit vhodný přístup na střechu, včetně přívodu vody pro závlahu. Skladba a únosnost použité tepelné izolace umožňuje kombinovat vegetační vrstvy s vrstvami pochůznými (např. dlažba na podložkách či do štěrku, dřevěné rošty). Po podrobném statickém posouzení je možno na skladbu umístit i zahradní prvky s vyšším zatížením (květináče se vzrostlou zelení apod.).

Požární bezpečnost

Požární odolnost je závislá především na druhu nosné konstrukce. Hodnoty požární odolnosti pro tuto skladbu umístěnou na uvedených nosných konstrukcích byly určeny podle ČSN EN 1992-1-2 (Eurokód 2) nebo zkouškami zajišťovanými výrobcí stropních systémů. Pro jinou nosnou konstrukci je nutné posoudit požární odolnost individuálně. V požárně nebezpečném prostoru je nutné vegetační souvrství nahradit vrstvou z praného kameniva alespoň v tloušťce 50 mm nebo z jiných materiálů nešířících požár.

Úspora energie a tepelná ochrana

Tepelnětechnické parametry použitých tepelněizolačních materiálů byly stanoveny na základě ČSN 73 0540-3. Tloušťka tepelné izolace byla vyčíslena při návrhové teplotě venkovního vzduchu -17°C. U detailů vždy doporučujeme ověření funkce podrobným 2D (3D) tepelnětechnickým posouzením.

Sklon střechy

Doporučený minimální sklon hydroizolační vrstvy pro zajištění odtoku vody je 1° (1,7%). Maximální sklon střešního pláště pro zajištění stability vrstev přetížením je 5° (8,7%). Při sklonu větším než 5° je třeba obvykle navrhnout opatření, které brání posunu vrstev ve směru spádu.

Technologie provádění

Povrch podkladu musí být soudržný, vyzrálý, suchý, čistý, bez volných částic, hran a výstupků. Provizorní hydroizolační vrstva z pásu POLY-Elast GG 200 S4 se natavuje bodově na podklad opatřený přípravným nátěrem. Spojí pásu se svařují. Desky FOAMGLAS se lepí celoplošně do rozehrátého asfaltu. Asfalt musí vyplnit i styčné spáry desek (spotřeba asfaltu k lepení a vyplnění spár činí 7–9 kg/m² dle rovinnosti povrchu). Desky se kladou na vazbu. Tepelnou izolaci FOAMGLAS lze klást i ve více vrstvách s vystřídáním spár. Na každou další vrstvu je spotřeba 5–7 kg/m². Podkladní pás hydroizolace se klade do horkého asfaltu (spotřeba cca 4–5 kg/m²). Před pokládkou podkladního pásu musí tepelná izolace zůstat suchá. Vrchní asfaltový pás musí být k podkladnímu pásu celoplošně nataven. Vegetační kompozit GREENDEK se klade přímo na hydroizolaci a na něj se rozprostře substrát. Pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%. Substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje kamenivem nebo dlažbou. V kontaktu vegetační vrstvy se všemi navazujícími konstrukcemi (stěny, atiky, světlíky apod.) musí být substrát v celé své tloušťce nejméně v šířce 500 mm nahrazen práním říčním kamenivem. Substrát musí být chráněn do vzrůstu vegetace před erozí větrem např. geomříží, kokosovou rohoží nebo hydroosevem, v případě vysazované vegetace hustší výsadbou.

Rovinnost povrchů

Výsledná rovinnost povrchu povlakové hydroizolace musí být taková, aby byl při předpokládaném sklonu střechy a maximálním průhybu konstrukce zajištěn plynulý odtok vody. Doporučená rovinnost podkladu pro tepelnou izolaci z desek z pěnoskla je ±5 mm na 2 m lati. Vyšší nerovnosti zvyšují spotřebu asfaltu pro lepení.

Alternativní řešení

Alternativně lze použít předpěstovaný GREENDEK travníkový koberec TR K 20, který zajistí okamžitou ochranu substrátu proti erozi.



VRSTVA	POPIS	Tl. (mm)	
①	intenzivní rostliny	50–300	
②	GREENDEK substrát střešní intenzivní	substrát pro intenzivní rostliny	180–350
③	GREENDEK 40 PLUS vegetační kompozit	kompletizovaná deska, HDPE nopová fólie s výškou 40 mm s perforací v horním povrchu, horní povrch kaširován recyklovanou PES rohoží tl. 20 mm, spodní povrch kaširován PP textilií 300 g/m ²	60
④	skladba střechy s hydroizolací odolnou proti prorůstání kořenů	systém GREENDEK lze kombinovat s různými skladbami střech vhodnými pod vegetační souvrství	

TAB. 2.4.3 – 2 PARAMETRY VEGETAČNÍHO SOUVRSTVÍ S GREENDEK 40 PLUS DLE TLOUŠTKY SUBSTRÁTU

tloušťka substrátu ¹⁾ (mm)	hmotnost suchá ²⁾ (kg/m ²)	hmotnost nasyc. ²⁾ (kg/m ²)	maximální vodní kapacita ²⁾ (l/m ²)	Součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí ³⁾	Součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení ⁴⁾	Součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného ⁵⁾
180	147,87	259,57	111,70	1,0	0,4	0,17
190	155,87	272,57	116,70			
200	163,87	285,57	121,70			
210	171,87	298,57	126,70			
220	179,87	311,57	131,70			
230	187,87	324,57	136,70			
240	195,87	337,57	141,70		0,3	
250	203,87	350,57	146,70			
260	211,87	363,57	151,70			
270	219,87	376,57	156,70			
280	227,87	389,57	161,70			
290	235,87	402,57	166,70			
300	243,87	415,57	171,70			
310	251,87	428,57	176,70			
320	259,87	441,57	181,70			
330	267,87	454,57	186,70			
340	275,87	467,57	191,70			
350	283,87	480,57	196,70			

Poznámky:

¹⁾ tloušťka této vrstvy je uvedena po ztuhnutí a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20%); ²⁾ průměrné hodnoty;

³⁾ doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti – volit součinitel odtoku C = 1; ⁴⁾ Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%; ⁵⁾ hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC



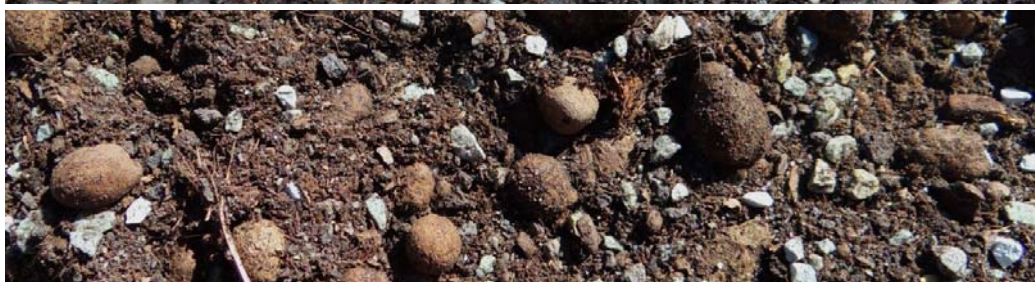
Velký svět techniky, Vítkovice

GREENDEK SORTIMENT



GREENDEK substrát střešní extenzivní

pro výšku vegetačního substrátu 60–200 mm (extenzivní), složení: expandované jílové minerály, zeolit, rašelina, dle potřeby vápenc, hnojivo, objemová hmotnost 600 kg/m³ (suchý), 1 150 kg/m³ (nasycený)



GREENDEK substrát střešní intenzivní

pro výšku vegetačního substrátu >200 mm (intenzivní), složení: expandované jílové minerály, zeolit, rašelina, dle potřeby vápenc, hnojivo, objemová hmotnost 450–850 kg/m³ (suchý), 800–1 300 kg/m³ (nasycený)



GREENDEK substrát trávnickový

pro trávnickový porost jako svrchní vrstva v tl. do 50 mm, složení: základní hnojivo + kůra + rašelina + křemičitý písek + cererit + vápenc, objemová hmotnost 450 kg/m³ (suchý), 700 kg/m³ (nasycený)



GREENDEK rozchodníková rohož S5

předpěstovaná vegetační rohož s vytlívající kokosovou rohoží protkanou PP sítkou s vrstvou substrátu (tl. 2,5–4 cm) a směsí rostlin Sedum, rozměr 1,1×2 m



GREENDEK trávnickový koberec TR K 20

předpěstovaný trávnickový koberec, výška trávniku 2,5–3,5 cm, tloušťka 2–2,5 cm, rozměr 0,4×2,5 m v roli 1 m², váha 20–25 kg v závislosti na vlhkosti



GREENDEK 20 vegetační kompozit

HDPE nopová fólie s výškou 20 mm a perforací v horním povrchu, horní povrch kaširovaná PP textilie 150 g/m², spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m², rozměr rohože 1×20 m



GREENDEK 20 PLUS vegetační kompozit

celková tloušťka 40 mm, HDPE nopová fólie s výškou 20 mm a perforací v horním povrchu, horní povrch recyklovaná PES rohož tloušťky 20 mm, spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m², rozměr desky 0,8×1,2 m



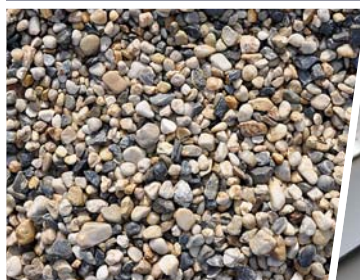
GREENDEK 40 vegetační kompozit

HDPE nopová fólie s výškou 40 mm a perforací v horním povrchu, horní povrch kaširovaná PP textilie 150 g/m², spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m², rozměr desky 0,82×1,75 m



GREENDEK 40 PLUS vegetační kompozit

celková tloušťka 60 mm, HDPE nopová fólie s výškou 20 mm a perforací v horním povrchu, horní povrch recyklovaná PES rohož tloušťky 20 mm, spodní povrch kaširovaná PP textilie 300 g/m², rozměr desky 0,82×1,75 m



Doplňkový sortiment pro vegetační střechy vám nabídne obchodník v prodejnách Stavebnin DEK

ZÁSADY PŘÍPRAVY, REALIZACE, PŘEJÍMKY A ÚDRŽBY VEGETAČNÍCH STŘECH S GREENDEK ROZCHODNÍKOVOU ROHOŽÍ S5 A GREENDEK TRÁVNÍKOVÝM KOBERCEM TR K 20

Klimatické podmínky

Z důvodu menší intenzity slunečního záření, vhodnějších teplot a také obvykle většího množství přirozených srážek jsou doporučenými ročními obdobími pro zhotovení vegetačních vrstev střech jaro a podzim. Při pokládce rohoží/koberců je třeba brát v úvahu aktuální klimatické podmínky. Teploty při aplikaci ani v nočních hodinách nesmí klesat k 0 °C. Teploty nad 20 °C jsou rizikové pro přepravu, manipulaci, dočasné skladování i aplikaci. Rohože/koberce se nesmí pokládat na vyprahlý nebo zmrzlý substrát.

Zásady pro přepravu, pokládku a skladování

Je třeba zohlednit teplotu, dobu přepravy a způsob uložení, aby nedošlo k poškození vegetace vyschnutím, přehřátím či zmrznutím. Rozchodníkové rohože a trávnickové koberce musí být položeny v co nejkratší době od dodávky, nejpozději do 24 hodin od zabalení u pěstitele. Pokud není možná pokládka v tomto čase, je nezbytně nutné jejich rozvinutí na stinném místě nejlépe na rozloženou školkařskou textilii. Textilie zabrání znečištění ploch a zakořenění rostlin do podkladu. Provizorně rozložené rohože/koberce je třeba zavlažit. Jednotlivé palety s rohožemi/koberci se na střechu rozmísťují s ohledem na maximální možné zatížení

konstrukcí. Svinuté rohože/koberce je třeba přenášet tak, aby konec rohože byl vždy nahoře na roli.

GREENDEK rozchodníkové rohože se kladou na urovnaný odpovídající druh substrátu (GREENDEK střešní substrát extenzivní) o požadované tloušťce (zpravidla od 80 do 200 mm). V případě použití vegetačních desek, např. na bázi minerálních či PES vláken, je možné substrát o tuto tloušťku zmenšit, nikdy by však neměla tloušťka substrátu klesnout pod 30 mm.

GREENDEK trávnickové koberce se kladou na urovnaný odpovídající druh substrátu (GREENDEK střešní substrát intenzivní) o požadované tloušťce (minimálně 150 mm). S menší tloušťkou substrátu se zvyšují nároky na údržbu a množství závlahy. Z tohoto důvodu doporučujeme volit tloušťky substrátu od 200 mm. Pro lepší zakořenění trávnickového koberce doporučujeme na povrch intenzivního substrátu provést vrstvu GREENDEK trávnickového substrátu v tloušťce 30–50 mm. V případě použití vegetačních desek, např. na bázi minerálních či PES vláken, je možné substrát o tuto tloušťku zmenšit. Substrát se urovná a zhutní (například válcováním).

Při realizaci je nutné uvažovat sesednutí volně sypaného substrátu o cca 10–20 %.

Před pokládkou rohoží/koberců se doporučuje zavlažit vrstvu substrátu. V případě, že je střešní substrát vysušený či sluncem rozpálený, je zálivka před pokládkou rohoží nutná, aby nedošlo k poškození kořenů rostlin. Rohože/koberce se kladou v co nejkratší době po pokládce substrátu, aby byly substrát a skladba chráněny před účinky větru a aby nedošlo k zaplevelení. Doporučujeme rohož/koberce rozbalovat směrem k sobě a postupovat směrem vzad. Rohože/koberce se kladou na vazbu s T spoji, nesmí vznikat křížové spoje. Rohože/koberce se kladou s minimální spárou. Holá místa bez vegetace a spáry mezi rohožemi je nutné vysypat substrátem a vyplnit úlomky rostlin z rohoží. Úprava rozměrů rohoží/koberců se provádí zoubkovým nožem nebo pilkou. Bezprostředně po pokládce se rohože/koberce stejnoměrně přitlačí k povrchu a zavlaží do plného nasycení.

GREENDEK rozchodníkové rohože se zavlažují dávkou 15–20 l/m². Následná závlaha se provádí 2–3× týdně po dobu 3 týdnů v dávkách 5–10 l/m², v závislosti na průběhu počasí.

GREENDEK trávnickové koberce se po pokládce důkladně zavlaží vodou a zálivka se opakuje v menších dávkách 1–3× denně (dle počasí) po dobu dvou týdnů. Ráno se doporučuje 10–15 l/m², odpoledne a večer pak 5–8 l/m². Následně se

trávník zavlažuje jako klasický trávník. Doporučujeme provést automatický závlahový systém.

Přejímka rohoží

Kontrolují se parametry uvedené v technickém listě (např. plocha pokrytí vegetací, druhovost, rozměry rohože), ale i kondice rostlin.

Nelze reklamovat:

- vady vzniklé nedodržením výše uvedených zásad
- kondici rostlin (uschlé či zapařené rostliny) později než v den dodávky

Podmínky přejímky GREENDEK vegetační střechy

Přejímka vegetační střechy se zpravidla provádí v okamžiku dosažení vyhovujícího stavu pro přejímku. GREENDEK rozchodníkové rohože S5 musí být pevně zakořeněné do podloží tak, aby je nebylo možné nadzvednout. Podíl požadovaných druhů musí být větší než 80 %. Spáry mezi rostlinami nesmí zabírat více než 10 % z celkové plochy. Při zjišťování stupně pokrytí je třeba brát v úvahu běžný stav rostlin daného druhu v dané roční době. Nevyvinutá a cizorodá vegetace se do požadovaného stupně pokrytí nepočítá, a pokud její podíl přesahuje 20 %, nelze dílo považovat za schopné převzetí. Jestliže se zřekne zadavatel dokončovací údržby prováděné dodavatelem, probíhá přejímka bezprostředně po pokládce rohoží/koberců.

Péče a údržba

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 řízkování. 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, množství vegetačního souvrství a hydroakumulační vrstvy, sklonu a orientace střechy.

O vegetační střechu s GREENDEK trávníkovým kobercem pečujeme zvýšenou intenzitou.

První sečení trávníku se provádí asi po 8–14 dnech nebo když trávník dosáhne výšky okolo 7–8 cm. Seče se

šikmo ke směru položení drnů. Trávník se zkracuje max. o 1/3 jeho délky (např. z 6 cm na 4 cm délky). Trávník by měl být sekán 1–2× týdně. Běžná výška sečení by se měla pohybovat mezi 2–4 cm.

Plevel se odstraňuje mechanickou, popřípadě chemickou cestou, s ohledem na okolí a vrstvy střechy nedoporučujeme aplikaci postřikem, ale přímo na list plevelu. Tento postup údržby platí po celou dobu pěstování trávníku. Z důvodu nutné pravidelné závlahy je doporučeno zřídit automatický závlahový systém. Trávníkové koberce se začínají hnojit po dvou až třech týdnech po položení. Vhodnější je používání dlouhodobě působící hnojiva, oproti krátkodobým.



ODBORNÉ ČLÁNKY

RETENČNÍ VLASTNOSTI VEGETAČNÍCH STŘECH

Ing. Antonín Žák, Ph.D. | DEK a.s., vedoucí výzkumu a vývoje experimentálního centra DERIC

Ing. Jaroslav Nádvorník | DEK a.s., technik pro stavební materiály

Ing. Tomáš Kloss | DEK a.s., technik výzkumu a vývoje

1 | ÚVOD

Vegetační střechy se v poslední době staly jedním z nejdiskutovanějších témat ve stavebnictví. Hovoří se o jejich využití pro snížení vlivu přívalových dešťů, pro zvýšení retence území, pro zlepšení životního prostředí měst, pro odlehčení kanalizační sítě nebo pro snížení vlivu tepelných ostrovů velkých měst. Pro optimalizaci návrhu vhodné vegetační střechy je nezbytné rozumět jejich chování v reálných klimatických a konstrukčních podmínkách. V experimentálním centru DERIC je proto nyní zadáno řešení několika úkolů týkajících se vlastností vegetačních střech. Současně poznání společnosti DEK o vegetačních střechách bude publikováno ve čtyřech samostatných dílech, ve kterých se postupně zaměříme na:

- retenční vlastnosti vegetačních střech
- systémové skladby GREENDEK, podporu vegetačních střech v ČR
- přípravu, realizaci a údržbu vegetačních střech
- historický vývoj výzkumu vegetačních střech v Atelieru DEK

2 | RETENČNÍ VLASTNOSTI VEGETAČNÍCH STŘECH

Snaha o odlehčení kanalizační sítě a doplnění stavu podzemních vod vedla ke vzniku legislativních pravidel pro povolování staveb dle vyhlášky

č. 501/2006 Sb. [3], Stavebního [3] a Vodního zákona [2]. U staveb, jejichž změn nebo při změnách jejich užívání se nařizuje řešit nakládání s dešťovými vodami přednostně vsakem nebo retencí. S těmito požadavky úzce souvisí také zvýšený zájem o vegetační střechy, které lze, díky jejich retenčním vlastnostem, zahrnout do komplexního návrhu řešení nakládání s dešťovou vodou.

V praxi se retenční schopnost vegetačních střech vyjadřuje mírou odtoku vody ze střechy. Zavedl se součinitel odtoku C , který definuje, jaký poměr vody k definovanému dešti z dané plochy odečte. Součinitel odtoku C je definován vztahem (1).

$$C = \frac{\text{objem srážek odtékajících ze střechy}}{\text{objem srážek dopadajících na střechu}} \quad (1)$$

Součinitel odtoku C se následně využívá pro stanovení odtoku Q_r ze střechy dle [7], viz vztah (2).

$$Q_r = i \cdot C \cdot A \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (2)$$

kde:

i [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$]... intenzita deště;

A [m^2] .. půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy podle [8];

C [-] součinitel odtoku dle [7].

V literaturách se do výpočtů používají různá značení a hodnoty součinitelů odtoku, stanovené pro potřeby konkrétní aplikace:

C [-] součinitel odtoku dle [7] pro návrh vnitřní kanalizace;

C [-] součinitel špičkového odtoku dle [13] pro dimenzování drenážních vrstev vegetačních střech;

C_s [-] špičkový součinitel odtoku dle [11] pro návrh odvodnění střech a vnitřní kanalizace;

C_m [-] ... průměrný součinitel odtoku dle [11] pro navrhování retenčních nádrží;

ψ [-] součinitel odtoku dle [5] pro navrhování vsakovacích zařízení;

ψ [-] součinitel objemového odtoku pro výpočet odtoku v delším časovém období stanovený dle [13], je určující pro výpočet množství srážkových vod odváděných do kanalizace; různá literatura používá stejné označení pro odlišné hodnoty;

ψ_a [-] roční součinitel odtoku dle [11] pro posouzení ekologického přínosu vegetačních střech.

1.1 | Intenzita deště

Pro navrhování vnitřní kanalizace dle [7] jsou hodnoty intenzity deště, v závislosti na požadované spolehlivosti odvodu vody ze střechy, uvedeny na obr. 1.

Pro navrhování vsakovacích zařízení srážkových vod se dle [5] používá místo intenzity deště i [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$] návrhový úhrn srážek h_d [mm] pro různé doby trvání. Příklad pro Brno je uveden na obr. 2.

1.2 | Součinitel odtoku

Množství zadržené resp. odtékající vody ze střechy závisí nejen na skladbě střechy, ale významně také na charakteru deště, geografické poloze, atd. Orientační hodnoty součinitele odtoku C jsou definovány např. v normě pro návrh vnitřního odvodnění [7], viz obr. 3.

- 01 | Intenzity deště pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace dle [7]
- 02 | Příklad návrhových úhrnů srážek pro Brno (257 m n. m.) s dobou trvání 5–120 min (horní tabulka) a 4 až 72 h (spodní tabulka) dle [5]
- 03 | Součinitele odtoku C pro vegetační střechy, dle [7]
- 04 | Součinitel odtoku ψ pro vegetační střechy, dle [5]

02	Periodicita p [rok ⁻¹]	Doba trvání srážek t_c [h]								
		5	10	15	20	30	40	60	120	
		Návrhové úhrny srážek t_c [mm]								
	0,2	9,5	13,5	16,5	18,5	21,3	23,9	26,2	33,1	
	0,1	11,1	15,7	19,4	21,6	25,1	28,2	31,0	38,9	
02	Periodicita p [rok ⁻¹]	Doba trvání srážek t_c [h]								
		4	6	8	10	12	18	24	48	72
		Návrhové úhrny srážek t_c [mm]								
	0,2	37,1	38,7	39,4	40,1	40,7	42,7	44,2	53,9	60,2
	0,1	43,8	47,3	48,6	49,3	50,0	52,2	53,8	63,9	70,9

03	Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu*	Sklon povrchu		
		do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
		Součinitel odtoku srážkových vod C		
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační střechy)	0,7	0,7	0,8
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 mm do 250 mm (vegetační střechy)	0,4	0,4	0,5
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 250 mm (vegetační střechy)	0,3	0,3	0,3

04	Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
		do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
		Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ		
	Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7*	0,4 až 0,7*	0,5 až 0,7*

* Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu)

01	Odvodňované plochy	Intenzity deště i [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$]	Účel použití intenzit
	Střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením	0,03	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace.
	Plochy neohrožující budovu zaplavením	0,02	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace. Při přetížení vnitřní kanalizace je možný odtok srážkové vody z odvodňovaných ploch po povrchu terénu mimo budovu a podzemní dopravní zařízení.
	Plochy pod úrovní okolního terénu, podzemní dopravní zařízení a podjezdy.	0,05	Pro dimenzování potrubí vnitřní kanalizace a čerpacích zařízení na vnitřní kanalizaci, pokud jímka pro akumulaci srážkových vod neslouží zároveň jako retenční nádrž.

V publikaci [13] je uvedena souhrnná tabulka, viz obr. 5, ve které jsou porovnány hodnoty součinitele odtoku z vegetační střechy podle související německé, rakouské a české normy [7] a podle směrnice pro zelené střechy [11]. Tabulka rozlišuje mezi špičkovými a průměrnými (ročními) hodnotami a dále dělí hodnoty podle sklonu střechy a mocnosti vegetačního souvrství.

V tabulkách jsou uvedeny jak empirické, tak experimentálně zjištěné hodnoty součinitele odtoku C a ψ .

V současnosti neexistuje v České republice normová metodika pro stanovení součinitele odtoku z vegetačních střech, proto se v praxi pro stanovení součinitele odtoku C konkrétní skladby vegetační střechy využívá německé metodiky FLL [11]. Tato metodika zkoušení je založena na laboratorním testu, při kterém je vzorek po předchozím nasycení skladby a oddrenážování trvajícím 24 h vystaven simulovanému dešti o intenzitě $300 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-2}$, což odpovídá intenzitě $0,03 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ po dobu 15 min.

Hodnoty uvedené v tabulce na obr. 5 jsou stanoveny za jiných okrajových podmínek a pro jiné aplikace a nelze je tudíž bez uvážení mezi sebou porovnávat.

Spíše než krátkodobé vystavení vegetační střechy laboratornímu dešti je důležité pochopit reálné chování vegetačních střech při různých typech dešťů, protože právě intenzita a délka trvání deště, časový sled dešťů a další klimatické podmínky hrají klíčovou roli ve výsledných retenčních vlastnostech střechy v daném okamžiku.

1.3 | Experimentální měření v DERIC

Abychom lépe pochopili skutečné chování vegetačních střech, provádíme v experimentálním centru DERIC v Brně dlouhodobé monitorování retenčních (odtokových) parametrů různých typů vegetačních střech v reálných podmínkách. DERIC podrobněji představíme ve čtvrtém dílu tohoto seriálu. Měříme odděleně množství vody, které odtéká po povrchu skladby a po hydroizolaci, viz obr. 6. Díky tomu umíme lépe odvodit množství vody, které vegetační souvrství zachytí, zadrží anebo odpaří.

Přestože ve všech literaturách lze nalézt jednočíslnou charakteristiku dané skladby, na příkladu šikmé extenzivní střechy vysvětlíme, jak může být používání jednotné hodnoty součinitele C napříč různými aplikacemi nesprávné.

Z dlouhodobých měření již víme, že při mírném dešti je z velké části voda zadržena v substrátu, kde je využita rostlinami, nebo se odpaří. V takových případech se může pohybovat součinitel C i okolo hodnoty 0,15. Jinak se však skladba chová při intenzivním dešti nebo při opakovaných deštích během deštivého období. Poté, co dojde k nasycení vegetační vrstvy vodou, se výrazně zvýší její odtok. Pro názornost je na obr. 7 vidět vývoj odtoku vody na šikmé střeše během tří deštivých dnů. Modře odtok z vegetační střechy, oranžově odtok ze střechy bez vegetačního souvrství. Pokud bychom posbírali veškerou odtékající vodu na konci druhého dne z obou střech a vypočítali součinitel C , tak bychom dospěli k výsledku $C = 0,55$. Pokud

bychom to samé udělali čtvrtý den, narostl by již součinitel C na hodnotu 0,8. Celkový průběh součinitele C je vidět na obr. 8. Z tohoto průběhu součinitele C , resp. retenčních schopností vegetační střechy je jasné, že předpokládat jedinou hodnotu součinitele C je velmi nepřesné. Je také klíčové určit dobu, za kterou bude tento součinitel stanoven. Maximální hodnoty budou naprosto odlišné od průměru z definovaného období.

Jak by v tomto případě odpovídaly naměřené hodnoty hodnotám uváděným v ČSN [7] a FLL [11] je vidět na obr. 9. Je zjevné, že při dlouhodobějším dešti jsou hodnoty naměřené pro laboratorní krátkodobý test dle FLL [11] podhodnocené.

051 Součinitel odtoku srážkové vody C a ψ dle [13]

061 Schéma odvodnění modelů střech

071 Vývoj součtových odtoků během tří deštivých dní v období 7.–11. 9. 2019

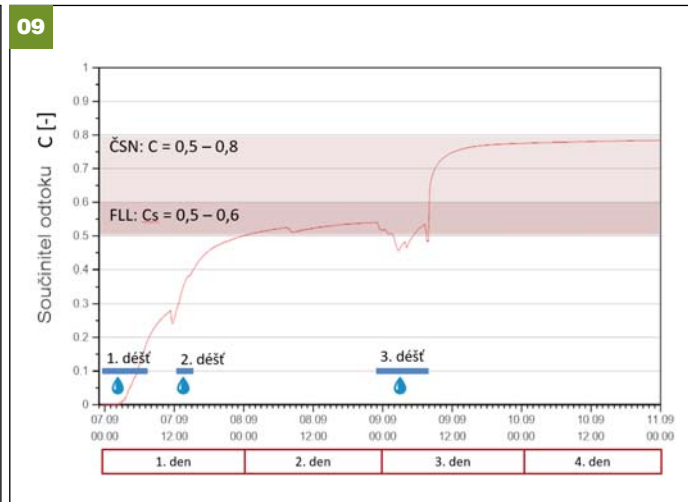
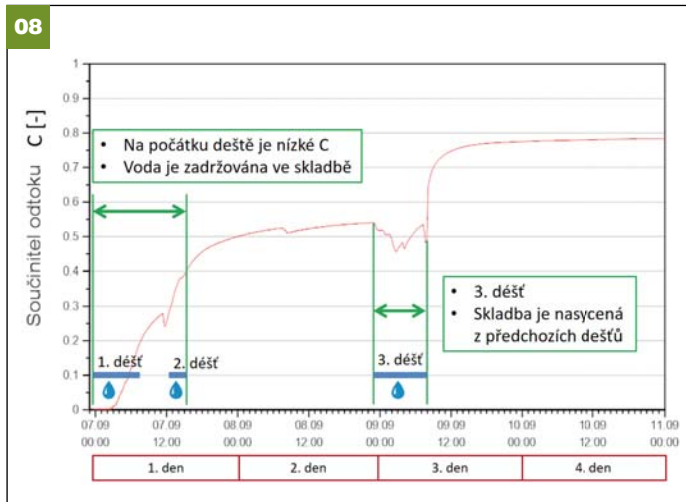
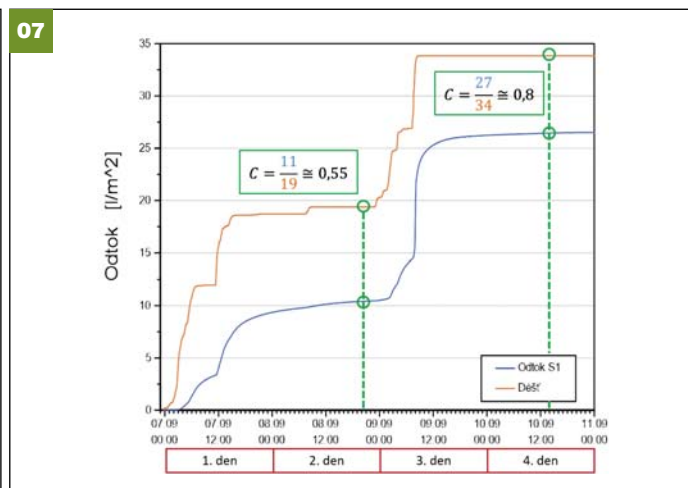
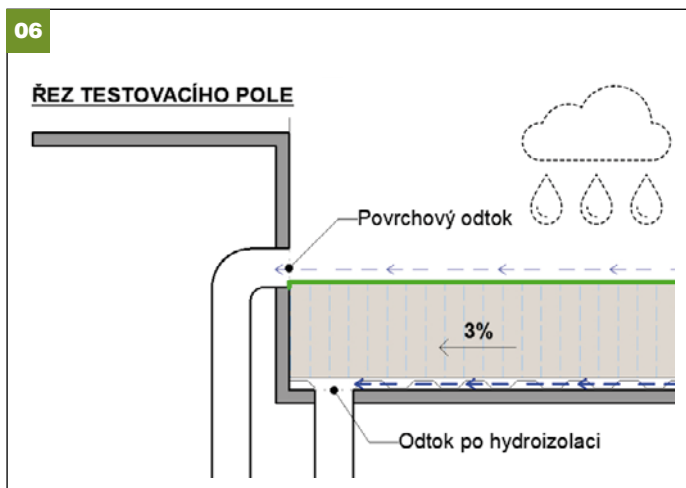
081 Vývoj součinitele odtoku C za dobu tří deštivých dní v období 7.–11. 9. 2019

091 Vývoj součinitele odtoku C během tří deštivých dnů ve vztahu k doporučeným metodikám [7] a [11]

05	Mocnost	DIN 1986-100		ÖNORM B 2501	ČSN 756760		FLL		
		C ($\leq 5^\circ$)	ψ ($\leq 5^\circ$)	C	C ($< 5\%$)	C ($> 5\%$)	C ($< 5^\circ$)*	C ($> 5^\circ$)*	ψ^{**}
	2–4 cm	0,5	0,3	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6
	4–6 cm						0,6	0,7	0,55
	6–8 cm			0,5			0,6	0,5	
	8–10 cm			0,3			0,4	0,5	
	10–15 cm	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	-	0,45
	15–25 cm						0,3	0,4	0,4
	25–30 cm			0,1			0,3	0,3	0,3
	30–50 cm	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	-	0,3
	> 50 cm						0,1	0,1	0,1

* Součinitel špičkového odtoku je měřen pro návrhový déšť o intenzitě $0,031 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ po dobu 15 minut, celkový srážkový úhm tedy činí 27 mm.

** Hodnoty se vztahují k místům s ročním srážkovým úhmem 600–850 mm na základě několikaletého měření.



Jednou z příčin nižších hodnot součinitele C_s zjištěných dle laboratorní metodiky FLL je fakt, že tato metodika je určená pro hledání špičkového odtoku pro dimenzování vnitřní kanalizace, a tudíž započítává do výpočtu součinitele C_s pouze objem vody, který odteče ze skladby střechy během simulovaného deště, ale nezahrnuje objem vody, který odtéká ze střechy po konci zkoušky. Vezmeme-li v úvahu i toto množství, bude součinitel odtoku C vyšší.

Na obr. 10 je znázorněn odtok vody z ploché střechy během a po dešti, který trval 7 hodin a napršelo téměř 20 mm srážek. Před deštěm byla střecha částečně nasycena vodou z předchozího deště. Z grafu je patrné, že množství vody, která odteče ze střechy po konci srážky, není úplně zanedbatelné. Pokud bychom chtěli stanovit součinitel odtoku pro tento konkrétní případ, vycházel by 0,54 při započtení pouze odtoku do konce srážky a 0,61,

pokud bychom uvažovali i množství odtoké vody po konci srážky.

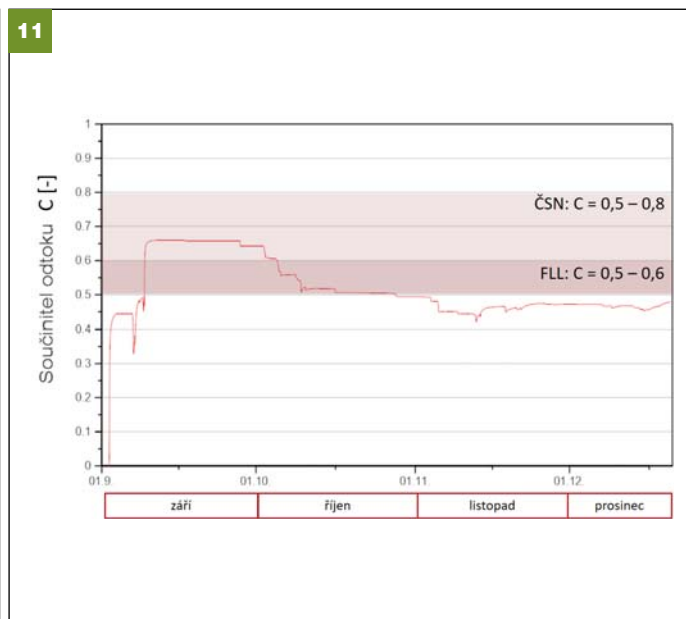
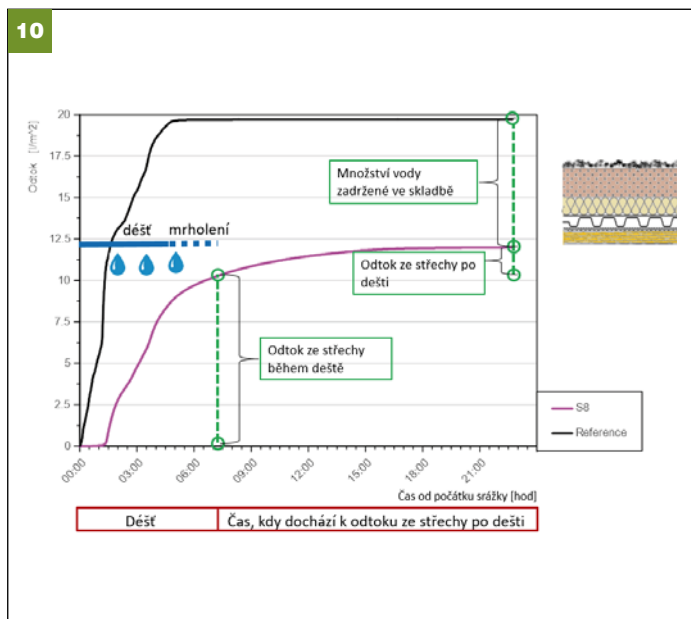
V dlouhodobějším horizontu se průměrná hodnota C snižuje díky mírnými krátkodobými deštům, při kterých se voda vsákne do vegetačního souvrství a ze střechy odtéká pouze malá část vody. Tato vlastnost je patrná z obr. 11, kde je vidět průběh z měření součinitele C během období září až prosinec roku 2019. Proto i metodika FLL uvádí orientační hodnoty pro stanovení ročního (dlouhodobého) součinitele odtoku C (dle [11] se značí ψ_a). Na obr. 12 je patrné, že pro sledovanou skladbu šikmé vegetační střechy mají změřené hodnoty dobrou shodu s hodnotami ročního součinitele odtoku ψ_a dle FLL [11].

Z výše umístěných grafů je zřejmé, že se retenční vlastnosti v průběhu deštivého období mění. Na obr. 13 je zeleně vybarvena oblast, která odpovídá retenčním schopnostem

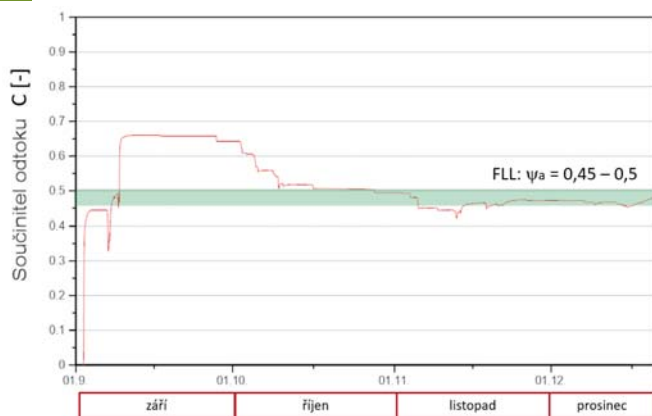
střechy během deštivého období. Z toho průběhu lze odvodit, že po určitém stavu nasycení skladby vodou již není schopna střecha akumulovat žádné srážky a veškerá voda téměř plynule odtéká.

Dlouhodobé měření in-situ poskytuje asi přesnější výsledky nežli laboratorní experimenty, protože odpovídá reálnému chování vegetačních střech. Na druhou stranu má oproti laboratornímu měření nevýhodu v opakovatelnosti a v možnosti dosažení návrhových intenzit srážek, které se vyskytují pouze jednou za několik let. Proto je vhodné tyto metody vzájemně kombinovat.

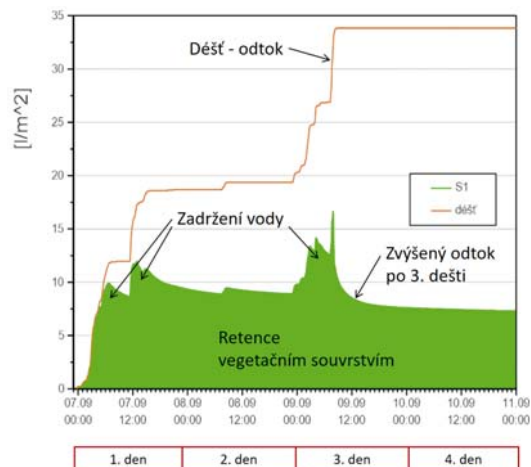
V experimentálním centru DERIC dlouhodobě monitorujeme a analyzujeme rozdíly mezi různými typy skladeb plochých a šikmých střech, jejichž koncepční řešení je vidět na obr. 14.



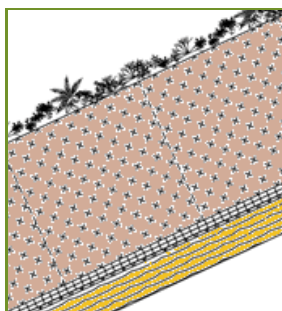
12



13

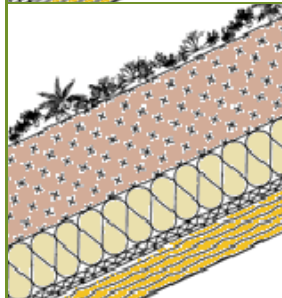


14



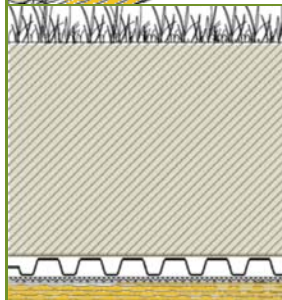
Skladba S1 šikmá extenzivní střecha

- GREENDEK rozchodníková rohož S5
- GREENDEK substrát střešní extenzivní tl. 80 mm, uložený v záchytném systému
- Filtrační, drenážní a hydroakumulační vrstvy
- Hydroizolace



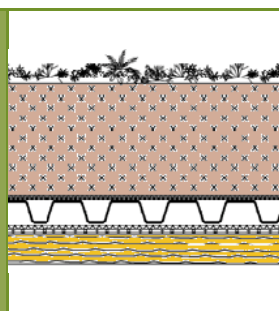
Skladba S2 šikmá extenzivní střecha

- GREENDEK rozchodníková rohož S5
- GREENDEK substrát střešní extenzivní tl. 50 mm
- hydroakumulační desky z recyklovaného materiálu tl. 20 mm
- FILTEK 300
- hydroizolace



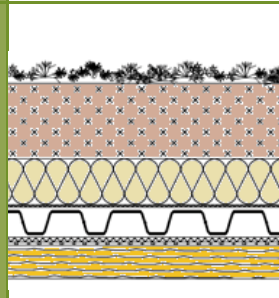
Skladba S6 plochá intenzivní střecha

- GREENDEK travníkový koberec TR K 20
- GREENDEK substrát střešní intenzivní tl. 200 mm
- GREENDEK 20 vegetační kompozit
- hydroizolace



Skladba S7 plochá extenzivní střecha

- GREENDEK rozchodníková rohož S5
- GREENDEK substrát střešní extenzivní tl. 80 mm
- GREENDEK 20 vegetační kompozit
- hydroizolace



Skladba S8 plochá extenzivní střecha

- GREENDEK rozchodníková rohož S5
- GREENDEK substrát střešní extenzivní tl. 50 mm
- GREENDEK 20 PLUS vegetační kompozit
- hydroizolace

10| Vývoj odtoku z ploché vegetační střechy S8 (růžová) a střechy bez vegetačního souvrství (černá)

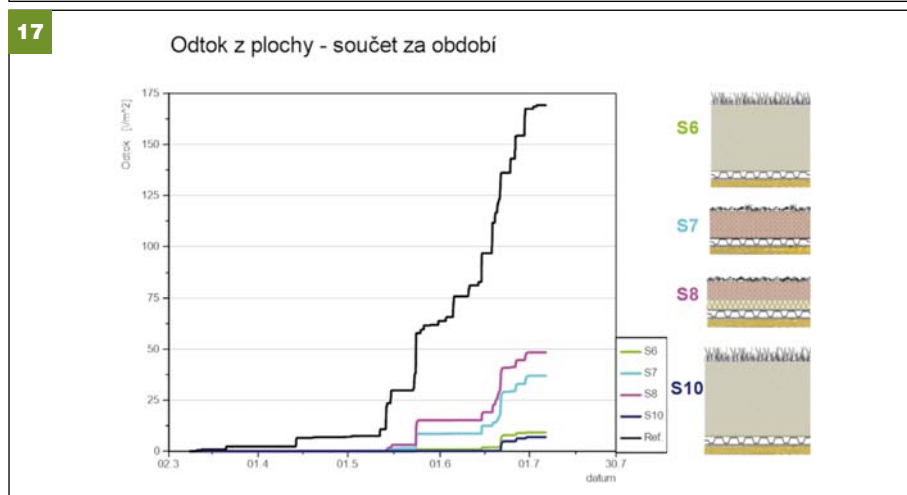
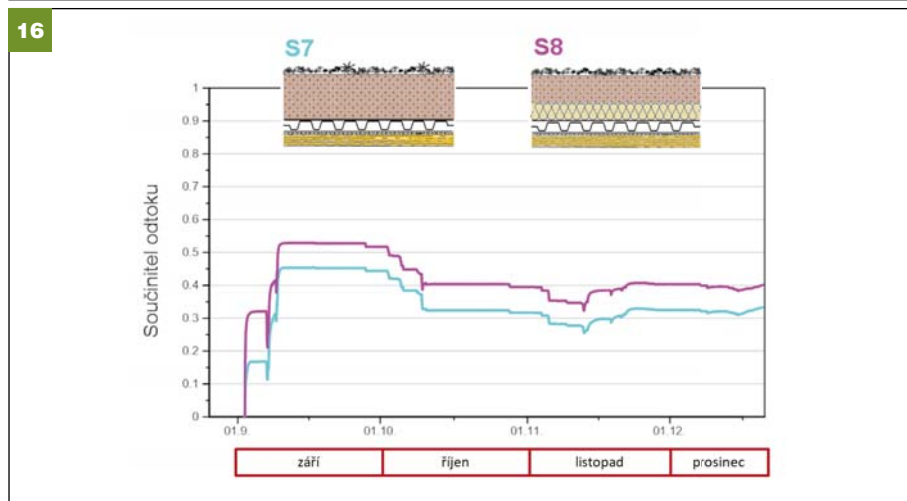
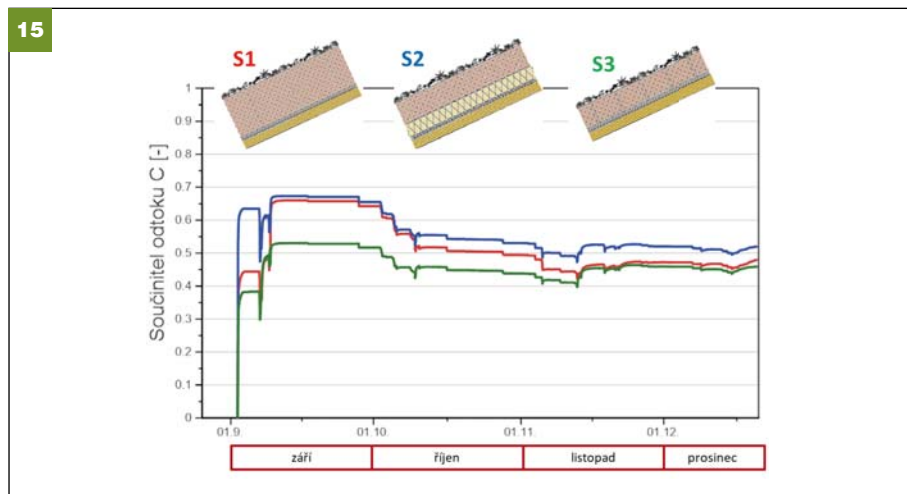
11| Průběh součinitele C při dlouhodobém měření od září do prosince 2019

12| Průběh součinitele C (ψ_a) při dlouhodobém měření od září do prosince 2019

13| Průběh odtoku vody ze střechy a retenční vlastností šikmé vegetační střechy během deštivého období

14| Konceptní řešení měřených skladeb

Při porovnání vývoje součinitele C u skladeb na šikmých střechách na obr. 15 a plochých střechách viz obr. 16, lze pozorovat rozdílné chování mezi různými skladbami. Přestože skladba typu S2, ve které byly použity desky z recyklovaných materiálů, dosahuje mírně horších parametrů, jsou výsledky velmi pozitivní a lze hledat v použití těchto recyklovaných materiálů veliký potenciál do budoucna. Dále lze jednoznačně konstatovat, že rostoucí tloušťka substrátu má pozitivní vliv na retenční vlastnosti střechy, jak je vidět na obr. 17. Větších tlouštěk substrátu se používá především při požadavku na intenzivní střechy. Při použití travní vegetace je ale nutné počítat s velmi intenzivní údržbou. Bez pravidelné závlivy nejsou schopny správně fungovat (více o požadované údržbě bude v dílu Údržba vegetačních střech). Z dnešního pohledu, kdy je maximální snaha vodou šetřit, je použití travních systémů v našich klimatických podmínkách diskutabilní a ekologicky smysluplné pouze v případě, kdy se na zalévání využívá šedé nebo zachycené vody. Využívání pitné vody z vodovodního řadu nebo čerpané spodní vody je v rozporu s globální snahou o snížení sucha krajiny.



- 15) Průběh součinitele C u šikmých střech, při měření od září do prosince 2019
- 16) Průběh součinitele C u plochých střech, při měření od září do prosince 2019
- 17) Součtový odtok vody z plochých střech za období březen až červenec 2020 (nejvyšší, černě znázorněný, průběh odtoku ze střechy bez vegetace)

1.4 | Diskuse poznatků z měření a ze studia dostupné literatury

V předchozí kapitole bylo popsáno, jak významně jsou retenční vlastnosti vegetačních střech závislé na mnoha faktorech. Mezi ty klíčové patří vlastní skladba střechy, klimatické poměry, geografické podmínky a sklon střechy. Kvůli velikému rozpětí hodnot součinitele C je nezbytně nutné znát předmět posouzení. Projektant musí vždy pro daný druh výpočtu zvolit takovou hodnotu součinitele C, která pro danou aplikaci zaručí spolehlivé splnění posuzovaného požadavku.

Například statik posuzující zatížení nosné konstrukce střechy musí předpokládat nejhorší stav, který odpovídá maximálnímu možnému nasycení skladby vodou. Při výpočtu vnitřní kanalizace je také nutné vycházet z hodnot součinitelů odtoku odpovídající extrémním úhrnům srážek. Jak při hodnocení statiky nebo odvodnění objektu je nutné také brát v úvahu montážní stavy při realizaci stavby, kdy ke zhotovení vegetačního souvrství nebo jeho části, může dojít až po určité době. Tyto stavy je nutné důkladně zvážit především při využívání vysokých mocností vegetačních souvrství střech. Přecenění nebo podcenění reálných akumulčních vlastností vegetačních střech by mohlo vést k závažným důsledkům.

Naopak při environmentálním hodnocení přínosu vegetačních střech anebo snížení zátěže kanalizační sítě je vhodné vycházet z dlouhodobějších hodnot odtoků vody, které se významně liší od těch extrémních.

Při výpočtu klimatického namáhání konstrukcí budov jako jsou vítr, sníh,

dešťové srážky, nelze nikdy zcela pokrýt absolutní teoreticky možná maximální namáhání, nebo by takové stanovení bylo značně nevhodné. Proto se v praxi pro konkrétní účely využívá stanovení namáhání s určitou pravděpodobností návratu, např. 5, 10 nebo 50 roků, ve které je již zahrnuto jisté požadované posouzení spolehlivosti návrhu. Znamená to tedy, že ani návrhové hodnoty nejsou ty maximální, které se mohou během užívání stavby vyskytnout. Projektant pak musí zhodnotit rizika překročení návrhových hodnot a zajistit taková opatření, aby minimalizoval následky nebo na ně alespoň předem upozornil. Příkladem je dimenzování retenčních a vsakovacích zařízení dle normy [5], podle které se počítá s periodicitou (návratností) návrhových srážek $p=0,2$ (0,1) rok⁻¹. To znamená, že se v návrhu počítá s překročením návrhových srážek jednou za 5 (10) roků, a tedy několikrát během předpokládaného užívání stavby.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.2, v současnosti neexistuje v České republice normová metodika pro stanovení součinitele odtoku vegetačních střech, proto se v praxi pro stanovení součinitele odtoku C konkrétní skladby vegetační střechy využívá německé metodiky FLL [11]. Obvykle se používá laboratorní hodnocení pro 15minutový déšť. Tato metodika může být vhodná např. pro dimenzování kanalizační sítě, protože hledá extrémní odtok ze střechy. Pro dimenzování retenčních a vsakovacích zařízení však tato zkouška není vhodná, protože po jejím ukončení dochází ještě několik hodin až dnů k pomalejšímu odtoku poměrně velkého množství vody, která se v laboratorním testu již nesleduje.

Pro vnitřní kanalizaci jsou tyto menší odtoky nezájímavé, ale pro vsakovací zařízení s relativně pomalým odtokem mohou být zásadní.

Míra spolehlivosti systému je definována návrhovými normami, ale je vždy vhodné tyto skutečnosti konzultovat s investorem, který jako laik nemusí vůbec počítat s tím, že mu může každých pět let přetéci na zahradu retenční nádrž. Možná by při této znalosti okrajových podmínek návrhu raději investoval více peněz do větší akumulční nebo vsakovací nádrže.

Stanovení správného množství vody odtékající vnitřní kanalizací nebo stanovení množství přitékající vody do vsakovacího zařízení je náročný úkol a je vždy nutné tyto činnosti spojit do uceleného koncepčního návrhu celého systému nakládání s dešťovou vodou. To se týká také i případného drenážního systému pro snížení namáhání spodní stavby vodou. V praxi jsme se setkali s případem nevhodně navrženého odvodnění drenážního systému do nevhodně navrženého vsakovacího zařízení. Při vydatných srážkách došlo postupně k naplnění vsakovacího zařízení, zpětnému zaplavení drenážního systému, který má paradoxně vodu odvádět, k zaplavení propustných a drenážních vrstev po obvodu objektu a pod objektem a následně ke vzduť podlah tlakem vody včetně rozvodů v nich umístěných, viz obr. 18.

Každý projektant musí přítomnost vsakovacích zařízení zohlednit také při posouzení stability objektu nebo návrhu hydroizolačních opatření stavby.

V posledních několika letech vzniká na půdě České hydroizolační společnosti (ČHIS) ucelený soubor směrnic, které reflektují na aktuální přístup k využívání a nakládání s vodou. Mezi ty nejkompaktnější patří směrnice pro navrhování hydroizolací [10] a drenážních systémů budov [9].



18| Deformace vrstev podlahy vztlakem vody proniklé do záspy stavební jámy

Výsledky provedených měření potvrzují předpoklad, že v dlouhodobějších deštivých obdobích se pozitivní přínos retence vegetační střechy snižuje. V posledních letech, až na rok 2020, který byl nadprůměrně deštivý, jsou však dlouhodobá deštivá období spíše výjimkou a přínos vegetačních střech je zcela jednoznačný. Toto tvrzení je vyčíslené např. na obr. 17, kde je patrný výrazný rozdíl v odtocích vody ze střechy, která nemá vegetační souvrství (černá barva) a střechy s vegetačním souvrstvím (barevné průběhy).

Výsledky z měření také potvrzují předpoklad výrazného pozitivního přínosu v letních obdobích s náhlými krátkodobými přívalovými dešti, kdy je schopna vyschlá skladba střechy

krátkodobě naakumulovat velké množství vody, které se následně odpaří nebo s významným zpožděním odteče ze střechy. Právě toto zpoždění odtoku vody umožní plynulejší odvedení vody do kanalizace nebo vsakovacích zařízení.

Na druhou stranu je také nutné schopnosti vegetačních střech nepřeceňovat, aby nevhodné vstupní parametry retence nezpůsobily podcenění návrhu navazujících částí staveb, jako jsou např. retenční nebo vsakovací zařízení.

Promítnutí získaných poznatků do zásad pro návrh vegetačních střech a jejich využití v komplexním systému nakládání s dešťovou vodou zveřejníme v následujícím dílu.

LITERATURA A PODKLADY

- [1] KLOBUSOVSKÝ, Petr a ŽÁK, Antonín. Retenční schopnost vegetačních střech. V: Dektime. Praha, 2012, 3, 4–15. ISSN 1802-4009.
- [2] Zákon č. 150/2010 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). V: Sběrka zákonů. 21. 5. 2010, částka 53. ISSN 1211-1244.
- [3] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. V: Sběrka zákonů. 28.11.2006, částka 163. ISSN 1211-1244.
- [4] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). V: Sběrka zákonů. 11.5.2006, částka 63. ISSN 1211-1244.
- [5] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 44 s.
- [6] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt, a.s., 2013, 65 s.
- [7] ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 52 s.
- [8] ČSN EN 12056-3 + Z1 + Z2. Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech -

- Navrhování a výpočet. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001, 48 s.
- [9] Směrnice ČHIS 06: Hydroizolační technika – Úprava hydrofyzikálního namáhání okolí staveb drenážováním – Drenáže. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2018. Dostupné z: www.hydroizolacnispolecnost.cz
- [10] Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucími působeními vody a vlhkosti. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2017. Dostupné z: www.hydroizolacnispolecnost.cz
- [11] Editorial Board „Green Roofs“. Green Roof Guidelines: Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofs. Šesté vydání. Bonn: Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. (FLL), 2018.
- [12] KLOBUSOVSKÝ, Petr. Retenční schopnost zelených střech. Diplomová práce. Praha, 2011. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta stavební. Katedra technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Stanislav Frolík, Ph.D. 72 s.
- [13] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržby. 2019. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni
- [14] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Plocha zelených střech v České republice se za posledních pět let zdvojnásobila, tisková zpráva [online]. Brno, 25. listopadu 2020. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/tz-plocha-zelenych-strech-2019
- [15] Státní fond životního prostředí ČR. Zvyšujeme dotaci na zelené střechy, tisková zpráva [online]. 15. května 2020. Dostupné z: www.sfpz.cz/zvysujeme-dotaci-na-zelene-strech/
- [16] Statutární město Brno – Odbor životního prostředí MMB. Program: Podpora vytváření zelených střech – Výzva k podávání žádostí o dotace z rozpočtu města Brna pro rok 2021. Dostupné z: www.ekodotace.brno.cz/wp-content/uploads/2020/12/Dotacni-program-Podpora-vytvareni-zelenych-strech.pdf
- [17] DEK a.s. Technické podklady k vegetačním střechám. Dostupné z: www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/vegetacni-strech
- [18] Informace dostupné z: www.novazelenausporam.cz/

- [19] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Český normalizační institut, 2007.

SYSTÉMOVÉ SKLADBY GREENDEK

Ing. Antonín Žák, Ph.D. | DEK a.s., vedoucí výzkumu a vývoje experimentálního centra DERIC

Ing. Jaroslav Nádvorník | DEK a.s., technik pro stavební materiály

Ing. Tomáš Kloss | DEK a.s., technik výzkumu a vývoje

1 | ÚVOD

V předchozím díle seriálu článků o vegetačních střechách jsme popsali naše současné poznání v oblasti retenčních vlastností. Popsali jsme také současný stav norem a zkušebních postupů stanovujících odtokové parametry jednotlivých typů vegetačních střech dle složení vegetačního souvrství nebo sklonů. Upozornili jsme také na možné důsledky při nesprávné analýze reálného chování vegetačních střech v závislosti na různých aplikacích. V tomto dílu je cílem představit systémové skladby GREENDEK.

2 | SYSTÉMOVÉ SKLADBY GREENDEK

V sortimentu společnosti STAVEBNINY DEK máme kompletní sortiment materiálů pro realizaci vegetačních střech:

- povlakové hydroizolace z asfaltových pásů nebo PVC-P, TPO či EPDM fólií odolávajících prorůstání kořenů,
- materiály pro separační, ochranné, filtrační, drenážní a hydroakumulační vrstvy,
- substráty pro extenzivní a intenzivní vegetační střechy,
- vegetaci ve variantách rozchodníkových rohoží a trávnickových koberců.

Zkušenosti z testování, měření, navrhování a realizací vegetačních

souvrství i jejich podkladních střešních vrstev (hydroizolací, tepelných izolací, atd.) zohledňujeme při vývoji jednotlivých materiálů i celých systémů.

2.1 | Používané materiály v systémech GREENDEK

Vegetačními střechami se zabýváme dlouhodobě, ale od začátku roku 2021 jsme s novou značkou GREENDEK zrevidovali a nově popsali produkty pro vegetační střechy. Nově jsme do sortimentu zavedli čtyři vegetační kompozitní produkty GREENDEK. Vyrábí se ve variantách dle druhu a výšky nopové fólie a dle nakaširovaných PP nebo PES textilií. Vegetační kompozity GREENDEK plní v jednom výrobku více funkcí (separační, ochrannou, filtrační, drenážní a hydroakumulační). Výhodou je pokládka všech těchto vrstev v jednom kroku. Ve variantách PLUS je použita jako hydroakumulační, filtrační a ochranná vrstva PES recyklovaná textilie větší gramáže.

Pro kompozity GREENDEK jsou v tab. 1 uvedeny technické parametry potřebné pro návrh vegetačních střech (maximální vodní kapacita, hmotnost při maximálním nasycení vodou, hmotnost v suchém stavu a další). Parametry propustnosti vody kolmo v rovině a schopnost proudění vody v rovině jsou používány pro porovnání mezi jednotlivými materiály.

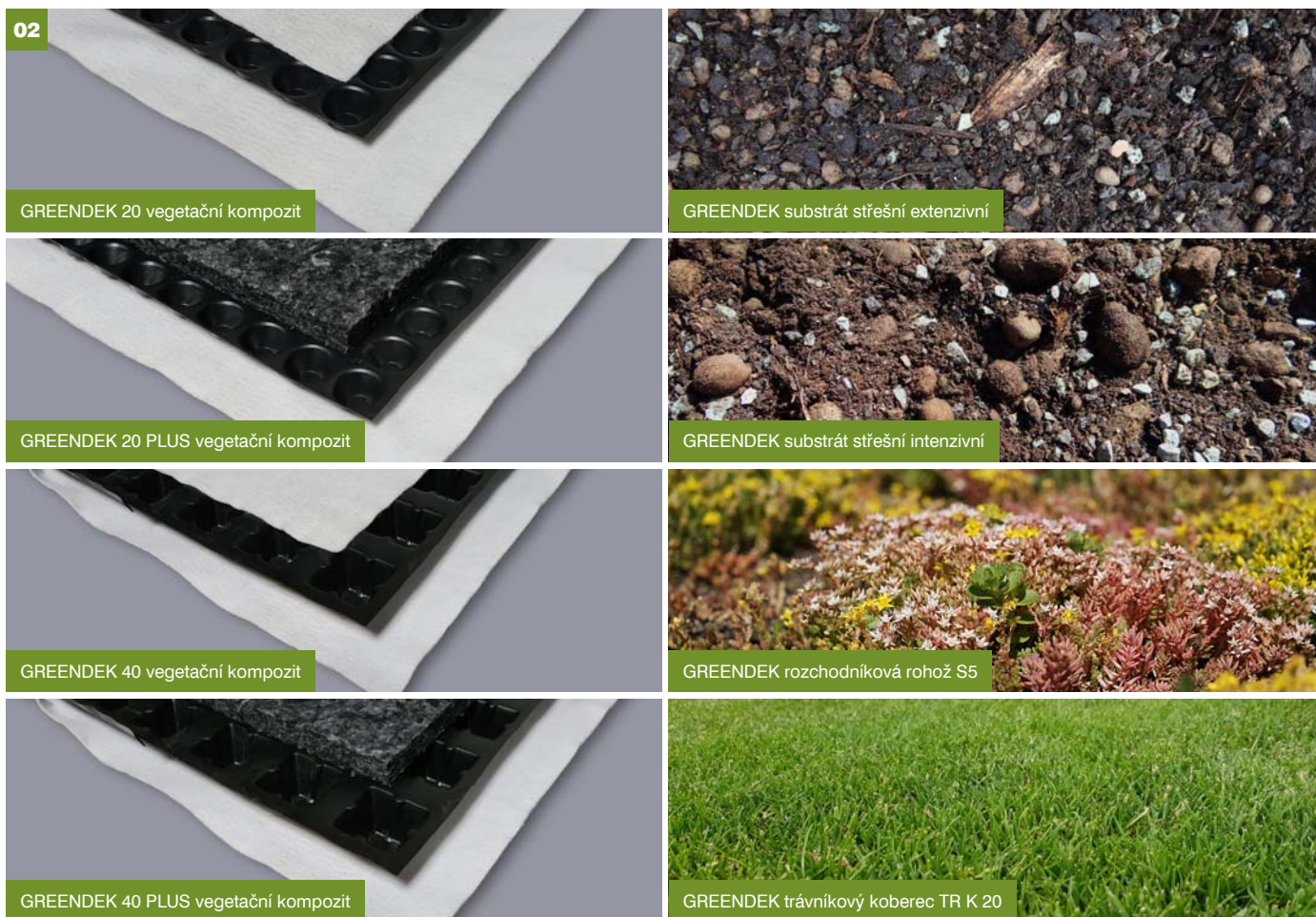
Další informace k jednotlivým produktům lze najít v technických listech na stránkách www.dek.cz.

01 | Průběh součinitele C u šikmých střech při měření od září do prosince 2019

02 | Průběh součinitele C u plochých střech při měření od září do prosince 2019

01	Parametr	GREENDEK 20	GREENDEK 20 PLUS	GREENDEK 40	GREENDEK 40 PLUS
	výška** [mm]	25	43	45	63
	šířka [m]	2	0,8	0,82	0,82
	délka [m]	10	1,2	1,75	1,75
	pevnost v tlaku [kN·m ⁻²]	180*	180*	120*	120*
	hmotnost v suchém stavu [kg·m ⁻²]	1,45	3,3	2,02	3,87
	hmotnost při maximálním nasycení vodou [kg·m ⁻²]	11,05	22,7	13,92	25,57
	maximální vodní kapacita [l·m ⁻²]	9,6	19,4	11,9	21,7
	prostupnost pro vodu kolmo k rovině [m·s ⁻¹]	0,1*	0,1*	0,002*	0,002*
	schopnost proudění vody v rovině [l·(s·m) ⁻¹]	9*	9*	-	-

* hodnota platí pro nopovou fólii, bez textilních vrstev
 ** orientační výška výrobku (profilovaná fólie + textilie)



2.2 | Systémové skladby GREENDEK

Možnosti použití GREENDEK vegetačních kompozitů jsou uvedeny v této publikaci, případně v systémových skladbách (ST.2005D; ST.2006B; ST.1014B; ST.2011B), v letáku Systémy vegetačních střech GREENDEK, Stavební knihovně DEK či v katalogu STAVEBNIN DEK [17]. Skladby jsou v různých materiálových variantách z pohledu hydroizolací, tepelných izolací, s extenzivní nebo intenzivní vegetací. Parametry k jednotlivým skladbám naleznete v tab. 3. V tab. 3 jsou pro tyto skladby uvedeny hodnoty maximální vodní kapacity, hmotnost suché či nasycené skladby. Tyto hodnoty jsou nutné pro návrh vegetační střechy.

2.3 | Návrh a výpočet zatížení

Statický návrh a posouzení se provádí dle platných norem. Pro správné

stanovení zatížení je nutné vždy vycházet z nejméně příznivého stavu nasycení substrátu vodou. V případě, že vegetační souvrství zajišťuje stabilitu skladby střechy proti účinkům sání větru, uvažuje se hmotnost souvrství v suchém stavu. Naopak do výpočtu zatížení nosné konstrukce se uvažuje hmotnost skladby maximálně nasycené vodou. U vysokých budov a u budov nacházejících se v náročných větrných oblastech je nutné klást důraz na řešení otázky eroze vegetace a substrátu. V některých případech se v rohových a okrajových oblastech střechy nahrazuje vegetační souvrství vrstvou kameniva nebo dlažby.

2.4 | Stanovení součinitele odtoku pro skladby GREENDEK

Na základě našich dlouhodobých zkušeností a výsledků měření odtoků

vody z vegetačních střech doporučujeme při stanovení součinitele odtoku postupovat rozdílně v závislosti na řešeném úkolu.

Dimenzování vnitřní kanalizace

Vegetační souvrství může být provedeno na dané střeše se zpožděním, případně může dojít k odstranění vrstev v průběhu času (rekonstrukce či změna záměru investora). Proto při návrhu vnitřní kanalizace doporučujeme nezohledňovat pozitivní retenční vlastnosti vegetačního souvrství a navrhnout dimenze na maximální možný odtok se součinitelem $C = 1,0$, dle ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace, stejně jako pro střechy, jejichž hydroizolace je krytinou.

03	skladba	vrstva	tloušťka vrstvy [mm]	hmotnost suchá [kg·m ⁻²]	hmotnost nasyc. [kg·m ⁻²]	maximální vodní kapacita [l·m ⁻²]
ST.2005D a GREENDEK 20		GREENDEK rozchodníková rohož S5	25	15	29,1	14,1
		GREENDEK substrát střešní extenzivní	80*	48**	92**	44**
		GREENDEK 20 vegetační kompozit	25	1,45	11,05	9,6
		celkem	130	64,45	132,15	67,7
ST.1014B s GREENDEK 20 PLUS		GREENDEK rozchodníková rohož S5	25	15	29,1	14,1
		GREENDEK substrát střešní extenzivní	60*	36**	69**	33**
		GREENDEK 20 PLUS	43	3,3	22,7	19,4
		celkem	128	54,3	120,8	66,5
ST.2006B s GREENDEK 40		GREENDEK trávnickový koberec TR K 20	25	20	25	5
		GREENDEK substrát střešní intenzivní	200*	160**	260**	100**
		GREENDEK 40	45	2,02	13,92	11,9
		celkem	270	182,02	298,92	116,9
ST.2011B s GREENDEK 40 PLUS		intenzivní rostliny	-	-	-	-
		GREENDEK substrát střešní intenzivní	200*	160**	260**	100**
		GREENDEK 40 PLUS	63	3,87	25,57	21,7
		celkem	263	163,87	285,57	121,7

* Tloušťka této vrstvy je uvedena po zhuštění a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20 %)

** Průměrné hodnoty celého souvrství

Dimenzování retenčních a vsakovacích nádrží

Pro dimenzování retenčních a vsakovacích nádrží lze používat součinitel odtoku ze střechy ψ z normy [5] určené pro dimenzování vsakovacích zařízení (uvedeny v tab. 4). Ale přesnější hodnoty součinitele odtoku stanovené v závislosti na tloušťce substrátu jsou uvedeny pod označením C v normě [7] určené pro dimenzování kanalizace (zde v tab. 5). Provedli jsme analýzy pro různé délky trvání dešťů definovaných v normě [5]. Výsledný výkon vsakovacího zařízení je závislý jak na vydatnosti a délce deště, tak na koeficientu vsaku zeminy k_v (m/s), ve které je zřízeno

vsakovací zařízení. Hledá se nejhorší kombinace. Měření jsme zatím prováděli pro tloušťky substrátu 100–200 mm. Domníváme se, že po dokončení a verifikaci měření navrheme upravit hodnotu součinitele odtoku pro tloušťky substrátu kolem 100 mm. Zatím uplatňujeme hodnoty součinitele z normy [7] uvedené v tabulce 4.

03| Technické parametry skladeb GREENDEK

04| Součinitel odtoku ψ pro vegetační střechy, dle [5]

05| Součinitel odtoku C pro vegetační střechy, dle [7]

04	Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
		do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
		Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ		
	Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7*	0,4 až 0,7*	0,5 až 0,7*

* Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu).

05	Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
		1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
		Součinitel odtoku srážkových vod C		
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační střechy)	0,7	0,7	0,8
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 100 mm do 250 mm (vegetační střechy)	0,4	0,4	0,5
	Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce nad 250 mm (vegetační střechy)	0,3	0,3	0,3

Stanovení ročního odtoku ψ pro výpočet stočného

Součinitel odtoku z vegetačních střech pro výpočet stočného není v současné době legislativně nikde stanoven. Toto by měla vyřešit plánovaná novela vyhlášky 428/2001 v příloze 16. Ta by měla vejít v platnost v červenci 2022. Vyhláška stanoví součinitele odtoku pro vegetační

střechy obecně dle tloušťky vegetačního souvrství. Ale i možnost zvolit hodnotu odtokového součinitele dle naměřených hodnot konkrétní skladby.

Pro stanovení dlouhodobého odtoku vody ze střechy u vegetačních střech se skladbami GREENDEK doporučujeme vycházet podle námi změřeného a stanoveného součinitele

odtoku, stanoveného na základě dlouhodobých měřených parametrů v Experimentálním centru DERIC dle [tab. 6].

3 | VEGETAČNÍ STŘECHY V ČESKÉ REPUBLICĚ, LEGISLATIVA A PODPORA

Obliba vegetačních střech v České republice neustále roste. Vývoj růstu

06	skladba	vrstva	tloušťka vrstvy [mm]	součinitel odtoku C pro dimenzi kanalizačního potrubí**	součinitel odtoku ψ pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení***	součinitel odtoku ψ pro výpočet stočného****
ST.2005D a GREENDEK 20		GREENDEK rozchodníková rohož S5	25	1	0,7	0,35
		GREENDEK substrát střešní extenzivní	80*			
		GREENDEK 20 vegetační kompozit	20			
			-			
ST.1014B s GREENDEK 20 PLUS		GREENDEK rozchodníková rohož S5	25	1	0,7	0,35
		GREENDEK substrát střešní extenzivní	60*			
		GREENDEK 20 PLUS	20			
			-			
ST.2006B s GREENDEK 40		GREENDEK trávnickový koberec TR K 20	25	1	0,4	0,17
		GREENDEK substrát střešní intenzivní	200*			
		GREENDEK 40	40			
			-			
ST.2011B s GREENDEK 40 PLUS		intenzivní rostliny	-	1	0,4	0,17
		GREENDEK substrát střešní intenzivní	200*			
		GREENDEK 40 PLUS	20			
			40			
			-			

* Tloušťka této vrstvy je uvedena po zhuštění a sesednutí (pro slehnutí substrátu je nutné k jeho objemu připočítat 10–20 %).

** Doporučujeme neuvažovat vegetační střechy pro dimenzi kanalizačního potrubí z důvodu bezpečnosti.

*** Hodnota pro dimenzi retenčních a vsakovacích zařízení, stanovená dle ČSN 75 6760 pro sklon střechy 1% až 5%.

**** Hodnoty stanovené na základě dlouhodobého měření EC DERIC.

vegetačních střech můžeme vidět na obr. 7 a obr. 8, prezentovaných v tiskové zprávě Svazu údržby a zakládání zeleně [14]. Dle těchto podkladů se plocha vegetačních střech za posledních pět let zdvojnásobila. K datům z roku 2019 se na území České republiky nacházelo 1,58 mil m² vegetačních střech. Růst pozorujeme i v prodeji materiálů pro vegetační střechy ve Stavebninách DEK, meziročně zhruba třicetiprocentním tempem v posledních pěti letech.

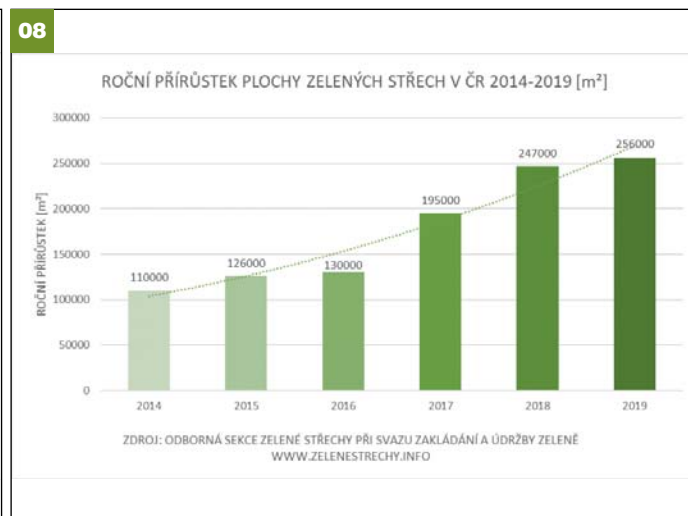
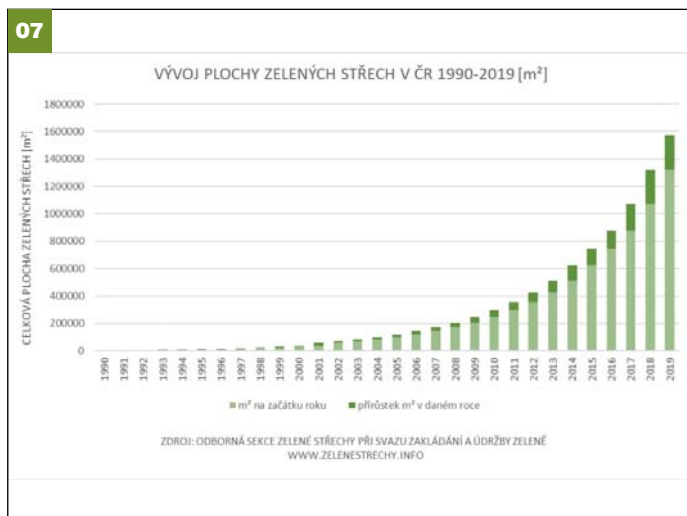
V Evropě se používá podpora výstavby vegetačních střech již delší dobu a je uplatňována na úrovni měst. Podpora je buď motivační, nebo regulační. Podpora motivační (dotačními programy a příspěvky na realizaci) bývá zpočátku vyšší, např. kolem 30 % nákladů a po zaběhnutí je pomalu snižována. Podpora regulační je řešena legislativou, územním plánováním či úlevami nebo slevami.

Celoplošná podpora vegetačních střech v ČR je řešena na veřejných

budovách programem OPŽP a na objektech k bydlení v rámci programu Nová zelená úsporám.

Vegetační střechy v rámci programu Nová zelená úsporám jsou podporovány od roku 2017. Částka podpory byla z původních 500 Kč/m² v květnu 2020 navýšena na 800 Kč/m². Nevýhodou tohoto programu bylo, že podpora byla vázána na nutnost provádět energetická opatření. Bylo nutné realizovat vegetační střechu v kombinaci se zateplením stávajícího objektu, nebo provádět novostavbu s velmi nízkou energetickou náročností. Koncem roku 2021 program podpory Nová zelená úsporám plynule přešel do další etapy, kde jsou již vegetační střechy podporovány samostatně, navíc lze provedením dalších opatření získat kombinační bonus. Trvání tohoto programu se předpokládá až do roku 2030. Na vegetační střechy rodinných a bytových domů lze získat dotaci 700 až 1 000 Kč/m². Výše částky závisí na druhu vegetační střechy, zda je extenzivní, intenzivní či polointenzivní, ale také na jejím sklonu.

- 06| Součinitele odtoku srážkových vod C a ψ pro výpočet pro skladby GREENDEK pro sklon střech 1 % až 5 %
- 07| Vývoj celkové plochy zelených střech v ČR v letech 1990–2019 [14]
- 08| Roční přírůstek plochy zelených střech v ČR v letech 2014–2019 [14]



Některá města již řeší podporu vegetačních střech legislativně v rámci regulativ nebo dotací. Například město Brno vegetační střechy podporuje od roku 2019 v rámci programu Zeleň střechám. Pro rok 2021 byla celková podpora ve výši 19 mil. Kč. Dotace na vegetační střechu se pohybovala od 700 do 1 400 Kč/m² (dotace pro rok 2022 podrobněji viz program města Brna [16]).

Ceny střechních vegetačních souvrství (vrstvy nad hydroizolací) za materiál včetně práce a podíl dotace z programu NZÚ na jejich provedení jsou uvedeny v tab. 9. Cena je čistě za danou skladbu, bez dalších nákladů (není započteno řešení detailů, dopravy, manipulace na stavbě atd.). Počítáme, že trend podpory vegetačních střech bude postupně stoupat a v rámci měst a obcí budou pravidla více zaváděna. Otázkou je, zda se zvolí metoda podpory motivační nebo regulační.

Míra podpory a pokrytí nákladů čistě na vegetační střechu z dotace NZÚ je závislá na typu vegetační střechy a jejího sklonu. Mezi základní požadavky NZÚ [18] patří:

- Střecha musí být navržena v souladu se Standardy pro navrhování, provádění a údržbu – Vegetační souvrství zelených střech [13].

- Ochranná vrstva hydroizolačního souvrství musí být tvořena materiálem o plošné hmotnosti minimálně 500 g/m².
- Vegetační souvrství musí splnit min. požadavek na odtokové součinitele dle typu realizované vegetační střechy:
 1. střecha plochá extenzivní – $C \leq 0,55$
 2. plochá intenzivní – $C \leq 0,1$
 3. šikmá zelená střecha se sklonem nad 12° – $C \leq 0,7$
- Vegetace v dobré kondici musí být minimálně na 2/3 plochy vegetační střechy.
- Vegetace musí tvořit minimálně pět trvale udržitelných rostlinných druhů (nelze mít pouze střechu s trávnikem).
- Intenzivní zelené střechy mohou být podpořeny pouze za předpokladu zajištění závlahy z jiných zdrojů než z veřejné vodovodní sítě (např. využitím srážkové či přečištěné odpadní vody).

O pozitivním přínosu vegetačních střech na život ve městech není pochyb. Věříme, že posílí trend poskytování státní nebo obecní podpory na realizaci vegetačních střech, protože každá vegetační střecha přispívá k lepšímu životu v budově i kolem ní.

V příštím dílu seriálu o vegetačních střechách popíšeme současně poznání v oblasti realizace a údržby vegetačních střech.

LITERATURA A PODKLADY

- [1] KLOBUSOVSKÝ, Petr a ŽÁK, Antonín. Retenční schopnost vegetačních střech. V: Dektime. Praha, 2012, 3, 4–15. ISSN 1802-4009.
- [2] Zákon č. 150/2010 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). V: Sbírka zákonů. 21.5.2010, částka 53. ISSN 1211-1244.
- [3] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. V: Sbírka zákonů. 28.11.2006, částka 163. ISSN 1211-1244.
- [4] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). V: Sbírka zákonů. 11.5.2006, částka 63. ISSN 1211-1244.
- [5] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 44 s.
- [6] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt, a.s., 2013, 65 s.
- [7] ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 52 s.
- [8] ČSN EN 12056-3 + Z1 + Z2. Vnitřní kanalizace - Gravitační systémy - Část 3: Odvládnění dešťových vod ze střech - Navrhování a výpočet. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001, 48 s.
- [9] Směrnice ČHIS 06: Hydroizolační technika – Úprava hydrofyzikálního namáhání okolí staveb drenážováním – Drenáže. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2018. Dostupné z: www.hydroizolacnispolocnost.cz

09	skladba	cena v Kč za skladbu na m ² (materiál včetně práce)	podíl dotace NZÚ
	ST.2005D a GREENDEK 20	1207	58,0 %
	ST.1014B s GREENDEK 20 PLUS	1458	48,0 %
	ST.2006B s GREENDEK 40	1448	62,1 %
	ST.2011B s GREENDEK 40 PLUS	2049	43,9 %

09| Ceny za vegetační skladby GREENDEK (vrstvy nad hydroizolací), za materiál včetně práce a orientační podíl dotace z programu NZÚ na její provedení

- [10] Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2017. Dostupné z: www.hydroizolacnispolcnost.cz
- [11] Editorial Board „Green Roofs“. Green Roof Guidelines: Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofs. Šesté vydání. Bonn: Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. (FLL), 2018.
- [12] KLOBUSOVSKÝ, Petr. Retenční schopnost zelených střech. Diplomová práce. Praha, 2011. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta stavební. Katedra technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Stanislav Frolík, Ph.D. 72 s.
- [13] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržbu. 2019. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni
- [14] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Plocha zelených střech v České republice se za posledních pět let zdvojnásobila, tisková zpráva [online]. Brno, 25. listopadu 2020. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/tz-plocha-zelenych-strech-2019
- [15] Státní fond životního prostředí ČR. Zvyšujeme dotaci na zelené střechy, tisková zpráva [online]. 15. května 2020. Dostupné z: www.sfzp.cz/zvysujeme-dotaci-na-zelene-strechy/
- [16] Statutární město Brno – Odbor životního prostředí MMB. Program: Podpora vytváření zelených střech – Výzva k podávání žádostí o dotace z rozpočtu města Brna pro rok 2022. Dostupné z: www.ekodotace.brno.cz/dotace/zelenestrecham/
- [17] DEK a.s.. Technické podklady k vegetačním střechám. Dostupné z: www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/vegetacni-strechy
- [18] Informace dostupné z: www.novazelenausporam.cz/
- [19] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Český normalizační institut, 2007.

PŘÍPRAVA, REALIZACE A ÚDRŽBA VEGETAČNÍCH STŘECH

Ing. Antonín Žák, Ph.D. | DEK a.s., vedoucí výzkumu a vývoje experimentálního centra DERIC

Ing. Jaroslav Nádvorník | DEK a.s., technik pro stavební materiály

Ing. Tomáš Kloss | DEK a.s., technik výzkumu a vývoje

1 | ÚVOD

V předchozím článku ze seriálu o vegetačních střechách jsme představili systémové skladby GREENDEK. Popsali jsme jednotlivé vrstvy kompozitního systému, jejich technické parametry. Stanovili součinitele odtoků vegetačních skladeb GREENDEK pro návrh kanalizačního potrubí a dimenzi vsakovací nádrže. Zabývali jsme se tím, na jaké zatížení dimenzovat konstrukce a s jakým zatížením uvažovat při výpočtu zatížení větrem. Uvedli jsme trend vývoje celkové plochy vegetačních střech v České republice a dotační podmínky pro podporu realizace těchto střech. V tomto článku se chceme zaměřit na nejdůležitější body návrhu vegetační střechy, které je třeba vyřešit spolu se správnou skladbou střešního a vegetačního souvrství. Dále se zaměříme na základní informace o realizaci a údržbě vegetačních střech.

2 | NÁVRH VEGETAČNÍ STŘEHY – NA CO NEZAPOMENOUT?

Skladby systému GREENDEK byly navrženy podle technických zásad Atelieru DEK. Při jejich tvorbě byly zohledněny nejen obecně platné technické normy a návrhové postupy, ale také zkušenosti z projekční, výzkumné a expertní činnosti. Podrobnější informace a zásady ke skladbám vegetačních střech

GREENDEK jsou uvedeny v publikaci Skladby a systémy DEK, katalogových listech skladeb a technických listech [1]. Základní principy a postupy návrhu vegetačních střech GREENDEK vycházejí ze zásad uvedených v publikaci Vegetační souvrství zelených střech – standardy pro navrhování, provádění a údržbu vydané sdružením Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně [2]. Skladby vegetačních střech GREENDEK jsme navrhli také na základě ověřování v experimentálním centru DERIC. Kromě konstrukčního a materiálového řešení skladby je nutné v projektu vyřešit také níže uvedené body.

Přístup na střechu

Pro realizaci a především pro následnou údržbu a užívání je nezbytný bezpečný přístup na střechu. Přístup na vegetační střechu by měl být zřízen přednostně ze společných prostor domu. Přístup musí umožnit kromě přepravy materiálu na zřízení nebo obnovu vegetačního souvrství také přepravu techniky nutné k údržbě (sečení, vertikutace) navržené vegetační střechy.

Přívod vody

Voda je zapotřebí minimálně při zakládání každé vegetační střechy. V nejsušších obdobích roku je potřeba počítat se závlahou i u extenzivních a polointenzivních střech. Většinou

postačí přívod vody na střechu. U intenzivních střech je ale potřeba počítat s realizací automatického závlahového systému.



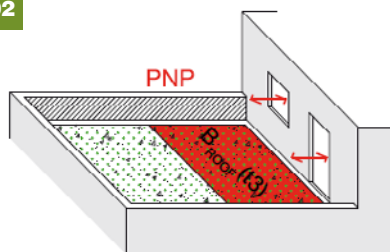
Pro zavlažování vegetace je nezbytné zajistit dostatečný objem vody. Používání pitné vody by znehodnotilo všechny ekologické záměry zřizování vegetačních střech. Proto je vhodné zřídit retenční nádrž pro zadržení srážkové vody z objektu a zpevněných ploch na jeho pozemku. V případě, že není k dispozici zdroj srážkové vody pro pravidelnou závlahu, je třeba volit pro vegetaci suchomilné rostliny (především rozchodníky a netřesky)

a smířit se s tím, že v některých obdobích se jim nebude dařit nejlépe.

Požár

Vliv na návrh vegetační střechy mají také požární bezpečnostní předpisy pro stavby. Pro střechy umístěné v požárně nebezpečném prostoru je požadována klasifikace $B_{\text{roof}}(t3)$ pro celé souvrství střechy. Skladby extenzivních střech GREENDEK byly ověřeny ve zkušebně a lze je umístit do požárně nebezpečného prostoru. Nešíří požár po ploše střechy.

02



Exponovaná místa vegetační střechy

Střešní substrát se ve více exponovaných místech nahrazuje práným říčním kamenivem nebo dlažbou. Jedním z důvodů je vyšší eroze vegetace v okrajových částech střechy. Dále se nahrazení vegetace provádí v místě atik, světlíků a přilehlých svislých ploch, kde dochází ke koncentraci slunečního záření a zvýšení teplotního namáhání vegetace. Pokud se v těchto místech vyskytuje vegetace, dochází ke spálení a úhynu rostlin. Problém odrazu slunečního záření byl popsán v článku „Měření teplot ovlivněných odrazem slunečního záření“ [3]. Obsyp z kameniva také usnadňuje kontrolu a údržbu střechy a snižuje

množství kořenů a stvolů rostlin pronikajících např. do odvodňovacích prvků, pod oplechování nebo do konstrukcí fasádních obkladů.

Substrát se nahrazuje kačírkem v celé jeho tloušťce v pruhu širokém nejméně 500 mm podél výše uvedených částí stavby.

- 01 | poškozená rohož rozchodníku (nahore) a poškozený travní koberec (dole) z důvodu nedostatečného zavodnění skladby při založení vegetace a nevhodném období pokládky
- 02 | příklad požárně nebezpečného prostoru vegetační střechy (terasy)
- 03 | obsyp z kačírku u atiky
- 04 | spálený okraj trávníku (pravá atika) v důsledku koncentrace slunečního záření u atiky

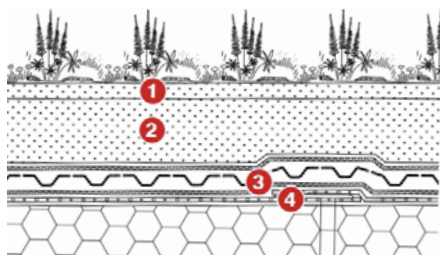


3 | REALIZACE A ÚDRŽBA VEGETAČNÍCH STŘECH

Z důvodu menší intenzity slunečního záření, vhodnějších teplot a také obvykle většího množství přirozených srážek jsou doporučenými ročními obdobími pro zhotovení vegetačních vrstev střech jaro a podzim.

Na stavbách se bohužel setkáváme s případy, kdy např. z důvodu blízkého se termínu předání stavby dojde k realizaci v nevhodném období. Nevhodná doba realizace, nedostatečná zálaha a zanedbaná údržba mohou způsobit významné zhoršení stavu vegetace. Při nedostatečné zálaze po pokládce vegetace se vegetace často vůbec neuchytí.

Níže uvádíme obvyklé vrstvy vegetačního souvrství a jejich funkce.



- 1 – Vegetace
- 2 – Substrát
- 3 – Ochranná, drenážní, filtrační vrstva
- 4 – Hydroizolace odolná prorůstání kořenů

3.1 | Ochranná, drenážní a filtrační vrstva

Realizace vegetačního souvrství střechy začíná provedením ochranné, drenážní a hydroakumulační vrstvy na hydroizolaci nebo vrstvy chránící hydroizolaci proti prorůstání kořenů. U skladeb kompozitních systémů GREENDEK se všechny tři vrstvy realizují v jediném montážním kroku.

3.2 | Substrát

Substrát musí vyhovovat zvolenému typu vegetace. Substráty se od sebe liší např. složením, objemovou hmotností, propustností, schopností zadržet vodu (vodní kapacitou). Při realizaci je nutné uvažovat sesednutí volně sypaného substrátu o cca 10–20%.



3.3 | Vegetace

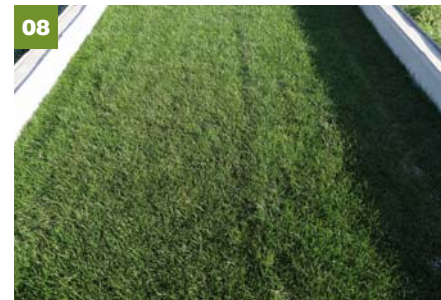
Vegetaci lze založit výsevem nebo výsadbou, případně lze použít vegetační rohože nebo koberce, které jsou vhodné pro dosažení okamžitého finálního vzhledu vegetačních ploch a po položení zabraňují erozi substrátu. V tomto článku se zaměříme na použití vegetačních koberců a rohoží.

Trávníkové koberce a rozchodníkové rohože musí být položeny nejpozději do 24 hodin od „sloupnutí“ a zabalení u pěstitele. Pokud není možná pokládka v tomto čase, je nezbytné nutné jejich rozvinutí na stinném místě nejlépe na rozloženou školkařskou

textilii. Textilie zabrání znečištění ploch a zakořenění rostlin do podkladu. Provizorně rozložené rohože je třeba zavlažit. Při ponechání koberců nebo rohoží ve smotaném stavu a popř. zalití dojde k zapaření a následnému úhynu rostlin. Rohože a travní koberce se na substrát kladou na vazbu s T spoji, viz obr. 7. Nesmí vznikat křížové spoje. V případě nutnosti lze upravit rozměry a tvar zoubkovým nožem nebo pilkou.

A – Intenzivní střecha s travním kobercem

Trávník se po položení důkladně zavlaží vodou a závlivka se opakuje v menších dávkách 1–3× denně (dle počasí) po dobu dvou týdnů. Ráno se doporučuje 10–15 l/m², odpoledne a večer pak 5–8 l/m². Následně se trávník zavlažuje jako klasický výsev.



O trávník pečujeme se zvýšenou intenzitou. První sečení trávníku se provádí asi po 8–14 dnech nebo když trávník dosáhne výšky okolo 7–8 cm. Seče se

šikmo ke směru položení drnů. Trávník se zkracuje max. o 1/3 jeho délky (např. z 6 cm na 4 cm délky), jinak se dostane do „stresu“. Toto platí po celou dobu pěstování trávníku. Trávník by měl být sekán 1–2× týdně. Běžná výška sečení by se měla pohybovat mezi 2–4 cm. Závlahové systémy můžeme rozdělit na kapkové (kapénkové) a povrchové.



Kapkový systém je obvykle zabudován do vrstvy substrátu. Hledání optimální hloubky uložení potrubí kapkového systému je poměrně náročnou úlohou a vyžaduje jistou zkušenost. Čím jsou trubky umístěny níže, tím víc se kořeny trávníku snaží prorůst skladbu a trávník je odolnější. Ale v případě umístění kapkového potrubí příliš nízko se zvyšuje riziko odtoku závlahové vody přes drenážní vrstvu. Správné umístění kapkového závlahového systému vede k efektivní spotřebě vody a silnému prokořenění skladby. Rizikem je proniknutí dobře se vyvíjejících kořenů do otvorů v zavlažovacím potrubí vedoucí k ucpání. V případě zálivky ke kořenům dochází v delších obdobích sucha k povrchovému zešednutí trávníku zaprášením. Naproti tomu povrchové postřikové systémy dávkuji vodu na rostliny, tím se prach z rostlin pravidelně omývá. Tento způsob závlahy má nevýhodu vyššího odparu vody při aplikaci. Odpar lze snížit načasováním postřiku, který se zpravidla plánuje v brzkých ranních hodinách (cca kolem 4 h ráno), kdy je nižší teplota vzduchu i povrchů a zároveň bývá bezvětří.

Trávníkové koberce se začínají hnojit

po dvou až třech týdnech po položení. Vhodnějším způsobem je používání dlouhodobě působících hnojiv oproti krátkodobým. Dlouhodobá hnojiva dokáží dodávat živiny trávníku po dobu 6–10 týdnů. Je třeba dát pozor na dávkování. Při větším množství hnojiva může dojít ke spálení trávníku, viz obr. 11.

V případě, že dojde k vizuálnímu seschnutí nadpovrchové části travní rostliny, lze dosáhnout při následné intenzivní údržbě částečné regenerace. Pokud však je již uschlá i kořenová část rostliny (ověříme tak, že lze rostlinu snadno vytáhnout ze substrátu), je rostlina nenávratně zničená. Takto zasažené plochy na koberci lze obnovit pouze novým výsevem nebo výměnou travního koberce.

- 05| GREENDEK Intenzivní substrát
- 06| GREENDEK Extenzivní substrát
- 07| pokládká travních koberců
- 08| vzrostlý trávník z předpěstovaných koberců
- 09| kapkový systém závlahy, hadice Toro [4]
- 10| povrchový systém závlahy [4]
- 11| spálené místo trávníku vegetační střechy z důvodu přehnojení



B – Extenzivní střecha s rozchodníkem

Vegetace s rozchodníkem nevyžaduje pravidelnou závlhku. Zalévá se jen při zakládání a v nejsušších částech roku.

Před pokládkou rozchodníkových rohoží se doporučuje zavlažit vrstvu substrátu. V případě, že je střešní substrát vysušený či sluncem rozpálený, závlhka před pokládkou je nutná, aby nedošlo k poškození kořenů rostlin. Dále se postupuje rozvinutím rohoží na vrstvu substrátu, viz obr. 12.



Bezprostředně po pokládce se rohože stejnoměrně přitlačí k povrchu a zavlaží do plného nasycení doporučenou dávkou 15–20 l/m². Závlaha se provádí 2–3× týdně po dobu 3 týdnů v dávkách 5–10 l/m². Při zanedbání závlahy v době, kdy mají kořeny rostlin prorůst do substrátu, dochází k seschnutí rostlin, viz obr. 14.



Obnova vegetace se provádí řízkováním. Řízek, viz obr. 15, získáme buď odtržením kousku zdravé rostliny, která na střeše ještě zůstala, nebo lze nové řízky zakoupit. Řízky rostlin se smíchají se substrátem a pak se rozhodí na volné plochy vegetační střechy. Potřebné množství nových rostlinných řízků závisí na míře



poškození vegetace.

Žádná střecha není bezúdržbová. Na extenzivní vegetační střeše v průběhu roku dochází k výskytu náletového plevele. Pravidelným pletím (2× ročně) zamezíme rozšíření plevele a vytlačení původních rostlin rodu sedum. Plevel odstraňujeme ze střechy před vysemeněním včetně kořene.



Stejně jako u trávníku se doporučuje rozchodníky na střeše hnojit. Směsné hnojivo obsahuje základní živiny NPK (dusík, fosfor a draslík). Pozvolné dlouhodobé uvolňování dusíku zajišťuje vyváženou a rovnoměrnou výživu po celou vegetační dobu. Hnojivo se aplikuje zpravidla na začátku jara.

12| pokládka rozchodníkových rohoží

13| vzrostlé rozchodníkové rohože

14| následek nedostatečné závlahy při založení rozchodníkových rohoží

15| řízek rozchodníku

16| vegetační střecha bez pravidelné údržby

4 | SLEDOVÁNÍ RŮSTU VEGETAČNÍCH STŘECH V ČASE

Vegetační střecha se v průběhu roku přirozeně mění. Vzhled vegetace závisí na ročním období, četnosti srážek a v neposlední řadě na návrhu, údržbě a péči.

Ukázky z vývoje vegetace v čase na testovací zóně Experimentální budovy DEK jsou zobrazeny níže. Testovací zóny nemají z důvodů měření retenčních vlastností kolem atik kačírkový obsyp.



05/2020 – Travní plevel téměř uschl, rozchodníky se rozrostly.



08/2020 – Konec období kvetení. Rozchodníky byly potlačeny travním plevem. Stav střechy před prvním vypletím.

Plochá extenzivní vegetační skladba:



03/2020 – Vegetační střecha na začátku jara. Rozchodníky postupně mění barvu do červena/fialova.



04/2020 – Období bez srážek. Náletové trávy začaly usychat.



06/2020 – Dlouhodobý déšť způsobil obnovu růstu travního plevle a rozchodníků.



07/2020 – Deštivé období podporuje zelenou barvu vegetace. Část rozchodníků kvete.

Plochá intenzivní testovací zóna:



10/2019 – Pokládka travních kobereců.



10/2019 – Nově pokrytá testovací zóna. Intenzivní závlaha v následujících 14 dnech.



12/2019 – Zakořeněný trávník.



začátek 05/2020 – Přes umělou závlahu došlo slunečním zářením a suchem k vypálení trávniku v místě u atik.



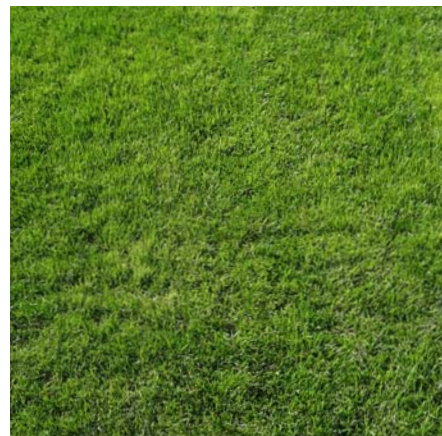
07/2020 – Umělá závlaha je v poměrně deštivém létu využívána pouze pro překlenutí tropických dnů.



02/2020 – Přes zimu nedošlo k významným vizuálním změnám trávniku.



konec 05/2020 – Koncem května se trávník vlivem deštivého počasí začal regenerovat.



10/2020 – Výsledný stav trávniku po jednom roce od realizace.



04/2020 – Proces ruční vertikutace určený k provzdušnění a vyčištění trávniku. Strojní vertikutace se u mladého trávniku nedoporučuje.



06/2020 – Deštivé období. Trávník se uměle nezavlažuje.

5 | ZÁVĚR

Investor, který chce mít na svém domě vegetační střechu, si musí být vědom, že vegetační střecha je živý organismus, který se bude v závislosti na okolních podmínkách měnit. Pokud nebude vegetace pravidelně udržována, bude docházet k její postupné degradaci. Dojde k expanzivnímu růstu náletového plevele. Projektant má možnost při komplexním přístupu k návrhu

vegetační střechy pozitivně ovlivnit nutnou míru údržby a tím ve značném rozsahu i celkové fungování vegetačního souvrství v delším časovém horizontu.

Pro správný návrh vegetace je nutné předem znát hlavní cíl pořízení vegetační střechy. V současnosti se velmi diskutuje téma sucha a využití pitné vody. V tomto ohledu je použití střechy s travní vegetací při používání pitné vody pro závlahu v přímém rozporu s ochranou pitné vody a zachováním vody v krajině. Je lépe volit spíše klimaticky méně náročné typy vegetace, jako jsou suchomilné rostliny.

O vývoji a výzkumu v oblasti vegetačních systémů a skladeb a o dalších zajímavostech budeme informovat více v některém z dalších vydání DEKTIME.

LITERATURA A PODKLADY

- [1] DEK a.s. Technické podklady k vegetačním střechám. Dostupné z: www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/vegetacni-strechy
- [2] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržby. 2019. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni
- [3] ŽIDEK, Ondřej a ŽÁK, Antonín. Měření teplot ovlivněných odrazem slunečního záření od prosklených ploch v polystyrenu na střeše s povlakovou hydroizolací [online]. [cit. 2021-9-24]. Dostupné z: www.dekpartner.cz/aktuality/detail/224
- [4] Profigrass, www.profigrass.cz

VÝZKUM A VÝVOJ VEGETAČNÍCH STŘECH

Ing. Antonín Žák, Ph.D. | DEK a.s., vedoucí výzkumu a vývoje experimentálního centra DERIC

Ing. Jaroslav Nádvorník | DEK a.s., technik pro stavební materiály

Ing. Tomáš Kloss | DEK a.s., technik výzkumu a vývoje

1 | ÚVOD

V předchozích dílech seriálu článků o vegetačních střeších jsme se zabývali problematikou odtoku vody z vegetačních střešů a schopností akumulovat vodu, systémovými skladbami GREENDEK nebo jsme popisovali naše současné poznání v oblasti přípravy, realizace a údržby vegetačních střešů.

Z projekční i realizační praxe shromažďujeme otázky, na které se postupně snažíme nalézt odpovědi. Aktuálně se zabýváme otázkami:

- Existují optimální druhy rostlin pro vegetační střešy, které odolají náročným podmínkám bez anebo s minimální závlahou a také s minimální potřebou na údržbu?
- Do jaké míry a jak dokáží vegetační střešy pomoci v otázce retence vody? Případně jaká je nejvhodnější kombinace vegetační střešy s retenční či vsakovací nádrží?
- Jaká je optimální skladba střešy, aby udržela dostatečné množství vody pro dlouhodobý růst rostlin?
- Mohou vegetační střešy pomoci v otázce zlepšení teplotní stability podstřešních prostorů?
- Do jaké míry by mohly vegetační střešy pomoci ve městech se snížením tepelných ostrovů, snížením prašnosti nebo hluku?

Na některé z těchto otázek jsme již v předchozích dílech článků DEKTIME poskytli náš současný pohled založený na dlouholetých zkušenostech z navrhování a následného sledování realizací doplněných řadou experimentů z posledních let.

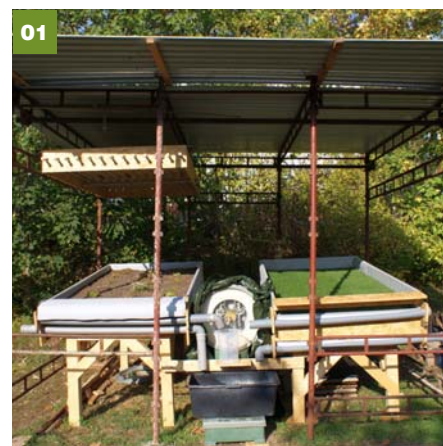
V tomto článku bychom se chtěli podělit o naše historické zkušenosti, dílčí výsledky ze současně probíhajících výzkumných projektů a budoucí vize z oblasti vývoje a výzkumu vegetačních střešů.

2 | HISTORIE VÝZKUMU VEGETAČNÍCH STŘEŠŮ V ATELIERU DEK

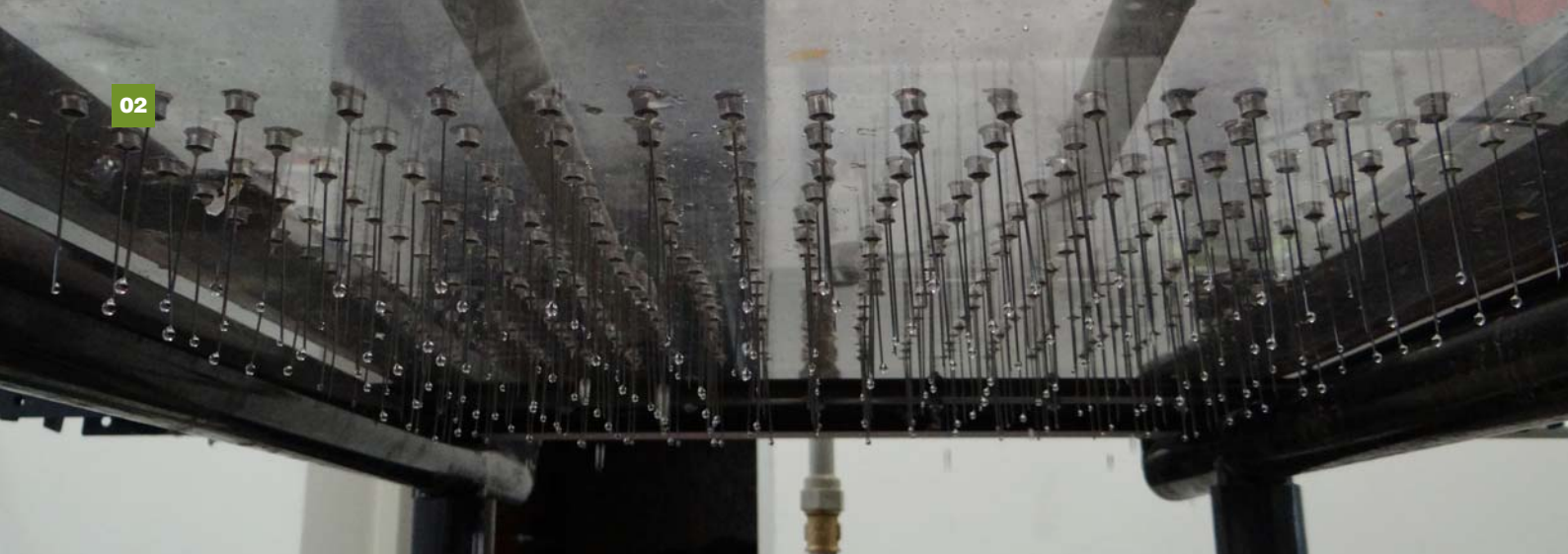
Ve středisku ATELIER DEK se navrhováním vegetačních střešů zabýváme bezmála 20 let. Zpočátku jsme vycházeli především z poznatků a zkušeností převzatých z Německa a Rakouska. V roce 2011 jsme navázali spolupráci s tehdejšími studentem ČVUT Petrem Klobusovským, který nás oslovil s návrhem spolupráce na jeho diplomové práci. Z této spolupráce vznikly pilotní experimentální modely, na kterých jsme získávali první zkušenosti s reálným chováním vody ve vegetačním souvrství. Součástí modelů byl také první prototyp simulátoru deště, který je vidět na obr. 1.

První simulátor deště neposkytoval reálnou simulaci dešťových kapek

dopadajících na povrch vegetace. Proto byl v roce 2016 sestaven a otestován dokonalejší prototyp laboratorního krabicového simulátoru využívající kapilár k tvorbě kapek.



02



Velkou výhodou je možnost částečného řízení velikosti kapek. Průměr kapek z krabicového simulátoru přibližně odpovídá průměrné velikosti kapek v reálném intenzivnějším dešti. V současnosti pracujeme na další přesnější verzi simulátoru deště, který lépe napodobí dopadovou energii kapek.

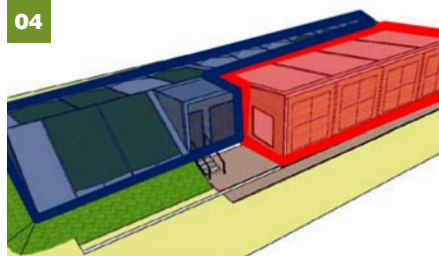
3 | AKTUÁLNÍ STAV A PROJEKTY VÝZKUMU A VÝVOJE

Získané zkušenosti jsme v roce 2015 využili při výstavbě Experimentální budovy DEK na půdě výzkumného centra DERIC v Brně (DEK Experimental Research and Innovation Center).

Budova je rozdělena na dvě části, a to na nevytápěnou část (modrá) a na klimatizovanou (červená). Vnitřní dispozice klimatizovaného prostoru je rozdělena na samostatné vnitřní zóny, viz obr. 5, ve kterých je možné monitorovat stav jednotlivých konstrukcí (střechy nebo vnější stěny) a vliv těchto konstrukcí na vnitřní prostředí.

Klimatizovaná část experimentální budovy je dispozičně rozčleněna na samostatné zóny, u kterých je možné libovolně měnit obvodové konstrukce střechy a stěny, viz obr. 5.

04



- 1) simulátor deště [5]
- 2) prototyp krabicového simulátoru deště
- 3) experimentální budova DEK
- 4) koncepce experimentální budovy DEK (modře nevytápěný prostor, červeně klimatizovaný prostor)
- 5) možnost osazení různých variant konstrukce střechy nebo stěny ve čtyřech totožných zónách

03



05



05



3.1 | Retenční vlastnosti vegetačních střech

Na nevytápěných plochách Experimentální budovy DEK jsme zrealizovali pět zkušebních modelů plochých vegetačních střech ve sklonu 1°, viz obr. 6 a obr. 7 a tři modely šikmých střech ve sklonu 30°, viz obr. 8. Na těchto plochách dlouhodobě sledujeme růst vegetace a retenční schopnosti v reálných podmínkách. V budoucnu počítáme s rozšířením těchto ploch. Na plochých střechách jsou zrealizované extenzivní střechy s vegetační vrstvou z GREENDEK ROZCHODNÍKOVÁ ROHOŽ S5 a intenzivní střechy s vegetační vrstvou z GREENDEK TRÁVNÍKOVÝ KOBEREK TR K 20.



3.2 | Teplotní stabilita v interiéru

Koncepce Experimentální budovy DEK popsaná výše nám umožňuje měřit teplotní stabilitu vnitřního prostředí pod různými skladbami střech za identických podmínek. Abychom zjistili reálné vlastnosti vegetačních střech z pohledu přehřívání, byla extenzivní skladba vegetační střechy GREENDEK zakomponována do porovnání s běžnými typy krytin, viz zóna 3 na obr. 9. Součástí analýzy je také srovnání lehkých a těžkých typů nosných konstrukcí střechy. O výsledcích těchto analýz budeme informovat v dalších vydáních DEKTIME.



3.3 | Hledání vhodné skladby a typu rostlin z pohledu optimálního růstu vegetace

Abychom byli schopni navrhnout optimální složení skladby střechy, nejen co do funkčnosti, ale i vzhledu, zrealizovali jsme 36 různých variant skladeb vegetačních střech na modelech velikosti 0,8x0,6 m, viz obr. 11, obr. 12 a obr. 13.



Hlavním cílem je najít optimální složení vrstev vegetační střechy pro konkrétní společenstva (multikultury) rostlin pro dosažení nejlepších výsledků z pohledu retence, vzhledu, ale také např. stability rostlin ve větrných podmínkách, které se na střeše vyskytují. Multikultury jsou nutné proto, že každá rostlina má svá specifika, jako jsou období růstu, hloubka kořenů, výška rostliny apod.





Velký význam má odolnost proti erozi. Eroze vegetace a substrátu je způsobená nejen vydatnými dešti, ale také působením větru a sesouváním vlastní tíhou u šikmých střech. Je proto velmi důležité, aby byla maximální plocha střechy pokryta vegetací, která významně snižuje erozní účinky deště a větru.

Je klíčové najít odolné rostliny v kombinaci s vhodnou skladbou souvrství, aby se co nejrychleji po pokládce vytvořil rozsáhlý kořenový systém. V současné době se čím dál více uplatňuje používání předpěstovaných rozchodníkových a travníkových koberců. Výhodou tohoto řešení je rychlost a jednoduchost pokládky a okamžitý požadovaný vzhled.

U předpěstovaných koberců je však kladen větší důraz na to, aby došlo k co nejrychlejšímu prokořenění vegetace pro zakotvení rostlin v substrátu. Odolnost vegetačních vrstev proti erozi je jedním z klíčových témat dalšího výzkumu vegetačních střech v experimentálním centru DERIC.

3.4 | Testování odolnosti vegetace v extrémních podmínkách

Přestože ctíme obecná doporučení pro vhodnou dobu aplikace vegetace, naše zvědavost nás donutila zrealizovat vegetační střechy v naprosto nevhodných podmínkách s minimálním podílem údržby. Cílem bylo nasimulovat stav, kdy se, např. z důvodu blízkého se termínu předání stavby, nedodrží doporučené období pro realizaci nebo není v požadované míře zajištěna péče v počátečních obdobích po pokládce vegetace. Položili jsme si následující otázky:

- Je nezbytně nutné realizovat vegetační vrstvy střechy na jaře nebo na podzim tak, jak se obecně doporučuje?
- Co všechno nově položený travník a rozchodník vydrží a jak moc o ně musíme pečovat?
- Dokáže se vegetace v průběhu času obnovit, přestože dojde k vizuálnímu seschnutí rostlin během letních dnů?

- Je schopna vegetační střecha fungovat bez umělé závlahy?

Některé odpovědi jsme získali během experimentu prováděného v červenci 2019, kde jsme pokládku vegetační vrstvy prováděli za vysokých letních teplot, tedy ve zcela nevhodném období. Experiment jsme provedli jak s rozchodníky na extenzivní střeše, tak i s travním kobercem na intenzivní střeše.

- 6 | extenzivní střechy s vegetační vrstvou z GREENDEK ROZCHODNÍKOVÁ ROHOŽ S5
- 7 | intenzivní střechy s vegetační vrstvou z GREENDEK TRÁVNÍKOVÝ KOBEREC TR K 20
- 8 | šikmé extenzivní střechy s vegetační vrstvou z GREENDEK ROZCHODNÍKOVÁ ROHOŽ S5
- 9 | pohled na tři různé skladby střech nad samostatnými vzájemně oddělenými vnitřními zónami; vegetační střecha GREENDK nad zónou 3
- 10 | pohled na vegetační střechu nad zónou 3
- 11 | modely skladeb
- 12 | testovací boxy
- 13 | zkušební vzorky vegetačních skladeb

Nevhodný termín realizace vegetace z rozchodníkových rohoží:



07/2019 – 1. den (den pokládky) – Rozchodníkové rohože se po pokládce zavlažily do nasycení. Vodou byla nasycena celá skladba včetně substrátu a hydroakumulační vrstvy. Dále již byla střecha po dobu 30 dnů vystavena extrémním podmínkám bez umělé závlahy a údržby.



08/2019 – 30. den – Došlo k rozsáhlému seschnutí rostlin. Během této doby byly rozchodníky vystaveny extrémním letním teplotám bez deště. Jelikož byl již tento stav vizuálně nepřijatelný, rozhodli jsme se pro obnovu vegetace. Obnova probíhá pomocí tzv. řízkování, podrobnosti viz předchozí článek.



09/2019 – 60. den – Přibližně třicet dní po provedeném řízkování a hnojení byly patrné pozitivní změny vegetace. Rozchodníky se začaly rozrůstat. Testovací zóny nebyly uměle zavlažovány, ale vyskytly se mírné dešťové srážky.



11/2019 – 120. den – Část druhů rozchodníků se obnovila. Velká část plochy byla pokrytá vegetací. Testovací zóna nebyla uměle zavlažována. V testovacím meziobdobí (podzim) se vyskytovaly četnější dešťové srážky.

Extenzivní zelené střechy obsahují odolnou suchomilnou vegetaci typu rozchodníků, trav a bylin schopnou růst na tenké vrstvě substrátu a vyžadující minimální údržbu. Experiment sice ukázal, že i při nevhodné volbě doby realizace a částečném znehodnocení vegetace lze údržbou vegetaci opět obnovit. Realizaci v letních obdobích však jednoznačně nedoporučujeme. Je potřeba také podotknout, že horké letní období nepřežily některé druhy rostlin předpěstovaného rozchodníku.

Proto je velmi důležité, aby vytvářená vegetační střecha zpočátku obsahovala multikulturu rostlin, protože může dojít k přirozenému odumření některých druhů. Naší snahou v budoucnu bude najít takovou kombinaci rostlin, kde by pravděpodobnost přežití většiny rostlin na střechách byla co nejvyšší. Stejný experiment proběhl na střechě s travním kobercem realizovaným 15. července.

Nevhodný termín realizace vegetace z travního koberce:



07/2019 – 1.–5. den - Travní koberec byl v prvních pěti dnech od realizace pravidelně intenzivně zaléván 25 l/m². Pak následovala dvoudenní přestávka bez údržby (víkend, kdy se na stavbě obvykle také nikdo nevyskytuje).



09/2019 – 60. den – Došlo k zatravnění větší plochy. Testovací pole od konce září nebylo uměle zavlažováno.



07/2019 – 7. den - Sedmý den nás překvapilo, za jak krátkou dobu se trávník proměnil ze zeleného pažitů na suchou trávu. V běžné praxi by tento stav znamenal okamžitou výměnu. Naše zvědavost nás ale opět donutila zkusit provést alespoň částečnou obnovu vegetace.



10/2019 – 75. den – Výsledný stav po 75 dnech testování. Nedošlo k celkovému zatravnění testovací zóny. K úspěšné obnově trávníku by bylo potřeba suchá místa vyměnit za nový travní koberec nebo provést výsev travního semene.



08/2019 – 30. den – V testovacím meziobdobí byla zóna přihnojena hnojivem obsahující živiny (NPK – dusík, fosfor a draslík). Ráno a v podvečer byl trávník pravidelně zavlažován. Trávník se začal pomalu rozrůstat. Zahájili jsme jeho sekání.

Přestože je tráva mnohem citlivější typ vegetace, příjemně nás překvapilo, že i z velmi špatného stavu trávníku je možné, ale s obrovským úsilím, dojít k částečné obnově trávníku. V praxi by ale zanedbání údržby určitě vyústilo v pokládku nového travního koberce.

Potvrdilo se, že vinou náročných požadavků na způsob údržby a velké spotřebě vody pro zalévání není travní vegetace tou nejlepší volbou pro vegetační střechy.

3.5 | Podrobný průzkum střechy s travním kobercem

Během výměny skladby intenzivní střechy na jedné z měřených zón jsme provedli vizuální kontrolu prokořenění travního koberce, stavu filtrační textilie a drenážní vrstvy.

Zajímalo nás:

- v jakém stavu nalezneme filtrační vrstvu, zda nedošlo k jejímu zanesení jemnozrnnými částicemi substrátu
- kam až mohou kořeny rostlin prorůst skrz profilované drenážní a hydroakumulační fólie, s cílem potvrdit reálnou potřebu využití hydroizolace odolnou proti prorůstání kořinek

Byli jsme velmi mile překvapeni, když jsme po 75 dnech po realizaci travního koberce našli trávu prorostlou napříč celou skladbou substrátu o tl. 200mm až k hydroakumulační profilované fólii, viz obr. 23.



Během průzkumu bylo dále ověřeno, že filtrační vrstva FILTEK byla jen velmi málo zanesena jemnozrnnými částicemi substrátu, viz obr. 25.



V následujících projektech budeme chtít dále sledovat pohyb jemnozrnných částic a hodnotit rizika zanesení vrstev.

Po demontáži filtrační textilie jsme našli krásně čisté kalíšky profilované fólie, viz obr. 24, což dokládá, že filtrační textilie FILTEK plní svoji funkci.

Dále bylo patrné, že kořeny se proplétají drenážními otvory profilované fólie až k vrstvě hydroizolace.

Po odkrytí drenážní fólie DEKDREN T 20 GARDEN bylo zjevné, že požadovaná odolnost hydroizolace, v našem případě hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 proti prorůstání kořinek je zcela opodstatněná, viz obr. 26.



23) sonda do skladby intenzivní střechy s travním kobercem po 75 dnech po realizaci

24) prokořenění skrz celou tloušťku substrátu po 75 dnech po realizaci

25) demontáž vrstev až po filtrační textilii

26) prorůstání kořenů až k hydroizolační fólii DEKPLAN 77

3.6 | Záchytný systém pro šikmé vegetační střechy

V posledních dvou letech se čím dál více setkáváme s realizacemi šikmých vegetačních střech. U této aplikace je jedním z největších projekčních úkolů vytvoření záchytného systému, který by přenesl veškerá zatížení do nosné konstrukce, aniž by negativně ovlivnil vlastní vegetaci.

V experimentálním centru DERIC vyvíjíme a na Experimentální budově DEK, viz obr. 8, nyní testujeme různé typy záchytných systémů. Nově vyvinutý systém pro vegetační střechy představíme v některém z následujících čísel časopisu DEKTIME.

4 | ZÁVĚR

Přestože jsou v současnosti vegetační střechy v hledáčku investorů, zákonodárců a ekologů především pro řešení retence, snižování prašnosti, hluku nebo také pro pozitivní přínos k řešení otázky tzv. tepelných ostrovů velkých měst, zůstává nezpochybnitelným přínosem jejich přirozený vzhled a pozitivní vliv na člověka při pobytu v blízkosti vegetace. Na střechách se vyskytují velmi náročné klimatické podmínky, ve kterých jsou schopny dlouhodobě přežít jen některé typy rostlin a je třeba nalézt ideální rostlinné společenství pro jednotlivé podmínky použití a pro různá konstrukční řešení vegetačních střech. Hledáním kvalitních a odolných řešení se snažíme přispět k rozšíření vegetačních ploch na co možná nejvíce střech.

LITERATURA A PODKLADY

- [1] KLOBUSOVSKÝ, Petr a ŽÁK, Antonín. Retenční schopnost vegetačních střech. V: Dektime. Praha, 2012, 3, 4-15. ISSN 1802-4009.

- [2] Směrnice ČHIS 06: Hydroizolační technika – Úprava hydrofyzikálního namáhání okolí staveb drenážováním – Drenáže. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2018. Dostupné z: www.hydroizolacnispolcnost.cz
- [3] Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti. Praha: Česká hydroizolační společnost, 2017. Dostupné z: www.hydroizolacnispolcnost.cz
- [4] Editorial Board „Green Roofs“. Green Roof Guidelines: Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofs. Šesté vydání. Bonn: Landscape Development and Landscaping Research Society e.V. (FLL), 2018.
- [5] KLOBUSOVSKÝ, Petr. Retenční schopnost zelených střech. Diplomová práce. Praha, 2011. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta stavební. Katedra technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Stanislav Frolík, Ph.D. 72 s.
- [6] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržby. 2019. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni
- [7] Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně (SZÚZ). Plocha zelených střech v České republice se za posledních pět let zdvojnásobila, tisková zpráva [online]. Brno, 25. listopadu 2020. Dostupné z: www.zelenestrechy.info/tz-plocha-zelenych-strech-2019
- [8] DEK a.s. Technické podklady k vegetačním střechám. Dostupné z: www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/vegetacni-strechy

EXTENZIVNÍ VEGETACE NA SEDLOVÝCH STŘECHÁCH S VĚTŠÍM SKLONEM VINNÝCH SKLEPŮ VE VELKÝCH BÍLOVICÍCH S HYDROIZOLAČNÍ VRSTVOU RESITRIX

Martin Klimeš | Konzultační technik Atelieu DEK, působí ve Stavebninách DEK Brno, Břeclav, Hodonín a Vyškov

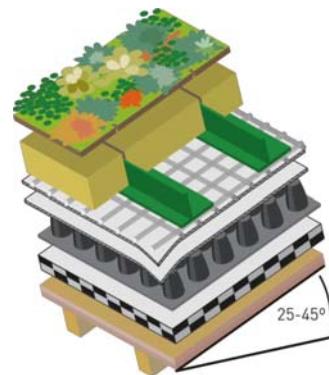
Obliba vegetačních střech roste. A to hned z několika důvodů, jako jsou design, tepelná pohoda v interiéru či podíl na hospodaření s dešťovou vodou. Roste i rozmanitost realizací, kde je zájem tyto střechy použít, i když leckdy je třeba vyřešit jistá technická úskalí. I na ploché střeše je dost úskalí k řešení, na šikmé střeše jich je určitě více. Na šikmé střeše je třeba vyřešit mj. stabilizaci vegetačních vrstev vůči sesunutí, stabilizaci sypkých materiálů a dále pak zadržení potřebného množství vody nutné pro růst vegetace. Článek se zaměřuje na jednu z úspěšných realizací s krásným výsledkem. V roce 2019 se mi naskytla příležitost spolupracovat s realizační firmou při

řešení skladby vegetační střechy na objektu vinného sklepu ve Velkých Bílovicích. Objekt má dvě sedlové střechy o sklonu 37° (obr. 1) s mezistřešním žlabem. Byl kladen důraz na kvalitu použitých materiálů, proto byla hydroizolační vrstva

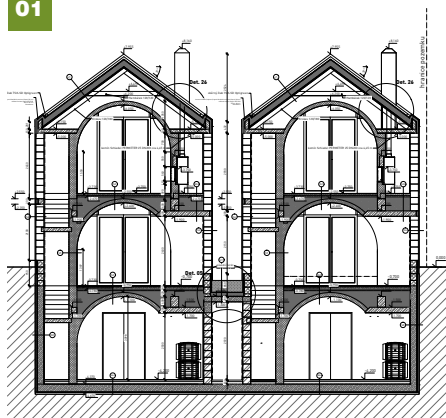
navržena z velmi kvalitní EPDM fólie. Skladba střechy byla navržena jako jednoplášťová. Na krovu s OSB záklopem tl. 18 mm P+D byla provedena parozábrana ze samolepicího asfaltového pásu TOPDEK AL BARRIER (obr. 3).

02

- Rozchodníková předpěsovaná rohož
- Střešní extenzivní substrát DEK
- Nophadrain protierozní geomříž
- Hydroakumulační panel Nophadrain SM-50
- ND 200 drenážní systém 5+1
- EPDM Resitrix SKW tl. 2,5 mm
- Penetrační nátěr Resitrix FG 40
- Kingspan TR 27 2×100 mm
- TOPDEK AL BARRIER
- OSB P+D tl. 18 mm
- Dřevěný krov



01



03



Aby nedošlo ke zbytečnému navyšování atiky, byl použit izolant na bázi PIR. V našem případě se jednalo o lepený systém, proto byly použity desky Kingspan TR27. Desky byly k podkladu přilepeny PU lepidlem PUK 3D od výrobce Georg Börner. Ještě před pokládkou desek bylo třeba řešit přípravu pro kotvení budoucího hromosvodu u hřebene střechy zakotvením držáků do záklopu z OSB. Stejně tak byly

osazeny i bezpečnostní prvky pro budoucí údržbu střechy (obr. 4, 5). Pro hydroizolační vrstvu byla použita EPDM fólie Resitrix SKW tl. 2,5 mm. Fólie je na spodním povrchu opatřena vrstvou modifikovaného samolepicího asfaltu, který je chráněn snímatelnou fólií. Před aplikací hydroizolační vrstvy je nutná příprava podkladu vhodným nátěrem. Zde byla použita penetrace FG-40 opět od výrobce Resitrix (obr. 6).

- 01 | řez objektem
- 02 | skladba šikmé střechy
- 03 | realizace parozábrany
- 04 | lepení tepelní izolace TR27
- 05 | montáž bezpečnostních prvků
- 06 | nanesení penetračního nátěru FG-40 válečkem



Dalším krokem byla samotná realizace hydroizolační vrstvy. Aplikace probíhala rovnoběžně s okapovou hranou. Přes obavy z větší hmotnosti materiálu a z prověšování fólie se aplikace povedla. Práci s fólií velmi usnadňuje výborná přilnavost samolepicího asfaltu k podkladu. Spojce se svařily horkovzdušnou pistolí. Veškeré detaily se řešily vystřiháním potřebných přířezů ze základního materiálu (obr. 7, 8, 9). Pružnost EPDM umožňuje vytvarovat přířezy dle potřeby, kvalitní asfalt umožňuje snadné provedení spolehlivých spojů.

Po obvodu střechy byl navržen pruh praného kameniva pro ochranu okrajů před vegetací a pro zvýšení odtoku přebytečné srážkové vody ke vpustím. Kamenivo bylo vsypáno do koše z perforovaného nerezového plechu, který byl položen na ochrannou geotextilii Filtek 300. Aby se kamenivo na větším sklonu střechy nesouvala, byly v koši vytvořeny přepážky ze stejného plechu (obr. 10).

Na vegetační souvrství byly kladeny zvýšené požadavky vzhledem k použití na šikmé střeše. Pro daný případ byl zvolen systém Nophadrain. Jako hydroakumulační a drenážní vrstva byla navržena nopová kaširovaná perforovaná fólie Nophadrain 5+1 v kombinaci s hydroakumulačním panelem Nophadrain SM-50 (obr. 11,12).

U pokládky fólie Nophadrain 5+1 bylo s výhodou využito tvaru sedlové střechy, přičemž fólie se uložila v jednom kuse přes hřeben. Došlo tedy k rovnoměrnému rozložení smykové síly.

Stejným způsobem byla řešena i samotná stabilizace vegetační vrstvy. Byla použita protierozní plastová geomíř. Na ni se dle technologického předpisu rozmístily nerezové háčky,

na kterých byly zavěšeny protierozní profily (obr. 13,14).

Pak už mohlo dojít k nasypání střešního extenzivního substrátu a k položení předpěstovaných extenzivních koberců (obr. 15,16,17,18). Použití předpěstované rohože umožnilo předat střechu v požadovaném konečném vzhledu.

07 | svaření fólie pomocí horkovzdušné pistole

08 | pokládka fólie rovnoběžně s okapem

09 | oprávací detailu střešního okna

10 | perforovaný nerez plech s přepážkami proti sesuvu kačírku

11 | hydroakumulační vrstva Nophadrain 5+1; nophadrain SM-50

12 | detail kaširované fólie Nophadrain 5+1

13 | detail geomíře s protierozními profily

14 | plocha střechy se zádržným systémem

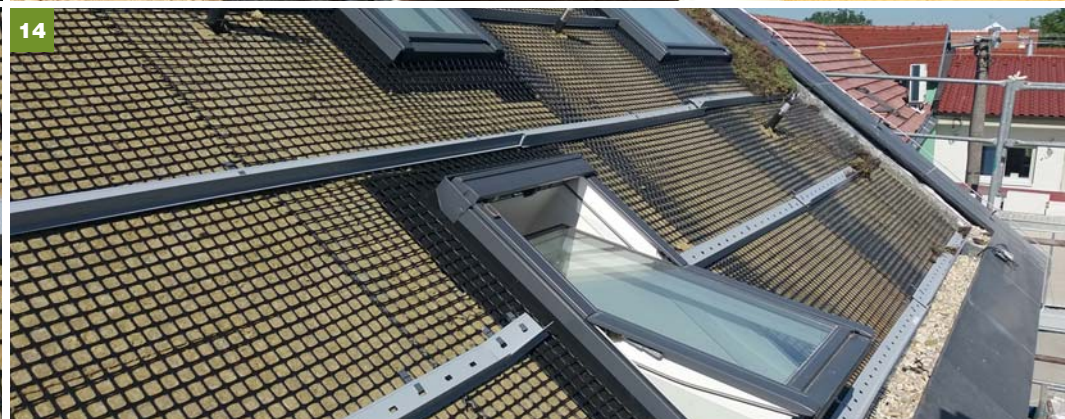
15 | pokládka koberců a substrátu

16 | pokládka koberců a substrátu

17 | kvalita dodaných předpěstovaných koberců

18 | pohled na hotovou střechu





www.greendek.cz

 **GREENDEK**