

FLL norma Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie – překlad Ing. Jitka Dostalová

Poznámka: Překlad normy neprošel jazykovou ani odbornou korekturou. Jedná se o pracovní materiál, který byl zpracován v rámci řešení projektu „Zelené střechy – naděje pro budoucnost“ finančně podpořeného v grantovém řízení Ministerstva životního prostředí.

Obsah

3	Druhy zelených střech a formy vegetace.....	3
3.1	Druhy zelených střech:.....	3
3.2	Formy vegetace.....	4
3.3.	Zjišťování lokálních podmínek pro vegetaci.....	5
4	Funkce a působení.....	7
4.1	Všeobecně.....	7
4.2	Urbanisticko-krajinářské funkce a působení.....	7
4.3	Ekologické funkce a působení.....	7
4.4	Ochranné a ekonomické funkce a působení.....	8
5	Požadavky na stavbu a stavební materiály.....	9
5.1	Předpoklady ve fázi projektu.....	9
5.2	Způsob využití / využitelnost.....	9
5.3	Sklon / spád střechy.....	9
5.4	Konstrukce střechy a možnosti ozelenění.....	10
5.5.	Difúze vodních par.....	11
5.6	Zatížení.....	11
5.7	Zajištění osob proti pádu z výšky.....	12
5.8	Odvodnění.....	12
5.9	Zavlažování.....	14
5.10	Suroviny.....	14
5.11	Ekologická nezávadnost.....	14
5.12	Snášenlivost pro rostliny / fytotoxická nezávadnost.....	14
6	Stavebně technické předpoklady.....	15
6.1	Všeobecně.....	15
6.2	Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů.....	15
6.3.	Ochrana hydroizolace střechy / kořenovzdorné vrstvy před poškozením.....	16
6.4	Ochrana před usazeninami vodního kamene.....	18
6.5	Odvodňovací zařízení.....	19
6.6	Místa napojení a ukončení.....	20
6.7	Ochrana proti emisím.....	22
6.8	Zajištění proti sání větru.....	22
6.9	Preventivní protipožární ochrana.....	23
6.10	Zajištění proti sjíždění a sesouvání.....	23
6.11	Obrubníky, okrajové prvky.....	24
6.12	Pochozí povrchy.....	25
6.13	Prvky vybavení.....	26
7	Požadavky na skladbu souvrství vegetačních ploch.....	27
7.1	Funkční vrstvy, základní pojmy.....	27
7.2	Skladba a mocnost souvrství.....	28
7.3	Retence vody.....	30
7.4	Shromažďování vody a doplňkové zavlažování.....	32
8	Drenážní vrstva.....	34
8.1	Skupiny a druhy materiálů.....	34

8.2 Požadavky.....	35
8.3 Pokládka.....	37
9 Filtrační vrstva.....	39
9.1 Skupiny a druhy materiálů.....	39
9.2 Požadavky.....	39
9.3 Pokládka.....	40
10 Vegetační vrstva.....	41
10.1 Skupiny a druhy materiálů.....	41
10.2 Požadavky.....	42
10.3 Pokládka.....	49
11 Požadavky na osivo, rostliny a vegetaci.....	50
11.1 Skupiny podle způsobu množení a dodávky.....	50
11.2 Požadavky.....	50
12 Výsadba a výsev.....	53
12.1 Způsoby ozelenění.....	53
12.2 Provedení.....	53
12.3 Zajištění stability dřevin.....	54
12.4 Ochrana proti erozi.....	54
12.5 Ošetření při dokončení (dokončovací údržba).....	54
12.6 Kolaudace, vyhovující stav pro přejímku.....	55
13 Péče ve fázi vývoje a průběžná péče, údržba.....	57
13.1. Všeobecně.....	57
13.2 Intenzivní zelené střechy.....	57
13.3 Extenzivní zelené střechy.....	58
13.4 Úkony v rámci údržby.....	59
14 Ochrana proti erozi.....	60
15 Lhůty pro uplatnění nároků z vad.....	61
16 Zkoušky.....	62

3 Druhy zelených střech a formy vegetace

3.1 Druhy zelených střech:

3.1.1 Všeobecně

Podle způsobu využití, stavebních podmínek a konstrukce rozlišujeme u zelených střech tři druhy ozelenění, které jsou rozhodující pro výběr rostlin a druh vegetace:

- Intenzivní zelené střechy
- Jednoduché intenzivní zelené střechy
- Extenzivní zelené střechy

Každý druh ozelenění zahrnuje rozmanité formy vegetace, které mohou navzájem plynule přecházet a lišit se od sebe podle podmínek stanoviště, přičemž podléhají dynamickým změnám. S ohledem na poznatky z využití rostlin a botaniky můžeme tyto tři druhy zelených střech navzájem vymezit pomocí následujících kritérií.

3.1.2 Intenzivní zelené střechy

Vegetace intenzivních zelených střech může zahrnovat trvalky, traviny, cibuloviny, letničky a dřeviny, v individuálních případech také stromy nebo travníkové plochy. Ozeleněné plochy mohou být rovinné, výškově modelované nebo bodové. Možnosti využití a ztvárnění jsou za předpokladu odpovídajícího vybavení srovnatelné jako u ploch na rostlém terénu.

Použité rostliny mají vysoké nároky na skladbu souvrství.

Zachování trvalých užitečných vlastností a vzhledu u tohoto typu zelených střech je možné pouze při intenzivní údržbě, především pravidelném zavlažování a dodávce živin.

3.1.3 Jednoduché intenzivní zelené střechy

Jednoduché intenzivní zelené střechy jsou zpravidla ztvárněny jako ozelenění tvořené travinami, trvalkami a dřevinami. Ve srovnání s intenzivními zelenými střechami je rozmanitost využití a ztvárnění omezená.

Použité rostliny kladou menší nároky na skladbu vegetačního souvrství i na zásobování vodou a živinami.

Náklady na pořízení jsou nižší než u intenzivních zelených střech. Rozsah potřebné údržby je menší. V závislosti na plánované cílové vegetaci je možné tolerovat i cizorodé rostliny, např. půdopokryvné byliny a mechy.

3.1.4 Extenzivní zelené střechy

Extenzivní zelené střechy představují formy vegetace blízké přírodě, u nichž převažuje samostatný vývoj i regenerace.

Používají se rostliny s vysokou schopností přizpůsobit se extrémním podmínkám stanoviště a vysokou regenerační schopností. Rostliny by měly být původem ze středoevropské flóry, resp. měly by být v těchto podmínkách zdomácnělé.

Cílem extenzivního ozelenění může být založení vegetace při zkrácení doby jejího vývoje oproti spontánnímu samovolnému procesu a dosažení trvalého porostu za pomoci přirozené vegetační dynamiky.

Převážně uzavřené plošné porosty jsou tvořeny mechy, sukulenty, bylinami a travinami, které mohou být doplněny cibulovinami nebo hlíznatými rostlinami. Vegetace podléhá přirozené obměně, přičemž se zde mohou usadit i jiné druhy rostlin. Zachování určité dané vegetace, např. zachování určitého vzhledu při pravidelném květu bylin a sukulentů může vyžadovat menší ale pravidelný a cílený přísun živin.

Extenzivní zelené střechy kladou zpravidla menší nároky na pořízení i údržbu. Požadavky na péči a údržbu závisí na typu cílové vegetace, regionálních klimatických podmínkách a konstrukci souvrství.

3.2 Formy vegetace

3.2.1 Všeobecně

Rozsah používaných rostlinných druhů se řídí podle estetických a funkčních požadavků a sahá od šlechtěných zahradních forem vegetace pro intenzivní zelené střechy až po divoce rostoucí a polní vegetaci na extenzivních zelených střeších, podobnou přírodnímu rostlinnému společenství.

Následující rozlišení forem vegetace může být při rozmanitosti všech možností pouze exemplární a řídí se podle skupin rostlin, které porost tvoří. U konkrétních objektů mohou na dílčích plochách v důsledku odlišných podmínek stanoviště vzniknout různé aspekty vegetace.

V zadání je nutné jednoznačně popsat a stanovit požadovanou cílovou vegetaci. Totéž platí i pro opatření vedoucí k jejímu zachování a možné změny v důsledku lokálních podmínek. Cizí vegetaci jako náletové byliny a mechy lze tolerovat, pokud nevytlačuje ostatní rostlinné druhy a není na překážku požadovanému vzhledu a využití.

3.2.2 Formy vegetace u intenzivních zelených střeších

V návrhu intenzivní zelené střechy může figurovat téměř neomezený výběr rostlin a ztvárnění, jaké dovoluje příslušná forma vegetace. Případná omezení použití stromů s očekávaným vyšším vzrůstem a velkých křovinatých dřevin závisí na konkrétním objektu. Na základě speciálních podmínek stanoviště se mohou vztahovat i na druhy jiných skupin vegetace.

3.2.3 Formy vegetace u jednoduchých intenzivních zelených střeších

U jednoduchých intenzivních zelených střeších, které mohou také tvořit přechod mezi intenzivním a extenzivním ozeleněním, lze hlavní formy vegetace charakterizovat takto:

- Trávy-byliny
- Divoce rostoucí trvalky-dřeviny
- Dřeviny-trvalky
- Dřeviny

3.2.4 Formy vegetace u extenzivních zelených střeších

U extenzivních zelených střeších lze hlavní formy vegetace charakterizovat takto:

- Mechy-rozchodníky
- Rozchodníky-mechy-byliny
- Rozchodníky-byliny-trávy
- Trávy-byliny

Při posuzování a kategorizaci forem vegetace je třeba také brát ohled na vegetační aspekty v době všeobecného vegetačního klidu. Jednotlivé skupiny rostliny, především mechy, tak mohou přechodně tvořit převažující porost.

3.3. Zjišťování lokálních podmínek pro vegetaci

3.3.1 Všeobecně

Zjištění lokálních podmínek pro vegetaci je důležitým předpokladem k tomu, aby bylo možné zaručit trvalý a úspěšný výsledek ozelenění.

K lokálním podmínkám se řadí:

- klimatické a povětrnostní podmínky
- specifické podmínky stavby
- specifické podmínky rostlin

3.3.2 Klimatické a povětrnostní podmínky

Je třeba zohlednit:

- regionální klimatické poměry
- místní mikroklima
- úhrnné množství srážek a dílčí množství srážek v průběhu roku
- průměrnou dobu slunečního svitu
- výskyt období sucha
- výskyt období mrazu se sněhovou pokrývkou a bez ní
- směr převládajících větrů

3.3.3 Specifické podmínky stavby

Je třeba zohlednit:

- oblasti osluněné trvale, střídavě a zastíněné
- srážkový stín způsobený stavbou
- působení emisí ze znečištěného vzduchu
- poměry proudění větru
- orientaci střešních ploch ke světovým stranám
- působení světelné odrazivosti sousedních fasád a konstrukcí
- přítok další vody z přilehlých stavebních konstrukcí
- sklon, resp. spád střešních ploch a jejich délka
- dovolené zatížení a z něj vyplývající mocnost souvrství
- další technická zařízení, např. klimatizační jednotky, vysílače, solární zařízení
- nerovnosti a tvorba kaluží na střeše

3.3.4 Specifické podmínky rostlin

U intenzivního ozelenění je třeba zohlednit:

- omezenou odolnost některých druhů proti zimě, především u stálezelených rostlin a při malé mocnosti souvrství
- stabilitu vyšších trvalek a dřevin v polohách vystavených působení větru

- citlivost některých druhů na odražené záření a sálavé teplo
- citlivost vegetace na chemicky znečištěný vzduch a výfuk odpadního teplého nebo studeného vzduchu
- tvorbu odnoží u různých druhů
- u trav tvořících agresivní oddenky, např. u druhů bambusu je nutná dodatečná ochrana kořenovzdorné fólie, resp. hydroizolace a ostatních stavebních konstrukcí proti jejich vniknutí a prorůstání.
- tlak rostoucích podzemních částí rostlin (kořenů, oddenků) na stavební konstrukce
- prorůstání podnoží
- slabší schopnost různých druhů a odrůd konkurovat ostatním při menší mocnosti souvrství

U extenzivního ozelenění je třeba zohlednit:

- vliv působení větru a intenzity slunečního záření na vodní režim
- nároky rostlin na suchých stanovištích na vzduchový režim v souvrství
- citlivost i těchto druhů vegetace na chemicky znečištěný vzduch a výfuk odpadního teplého nebo studeného vzduchu
- přeměnu na formy vegetace příznačné pro střídavě vlhká a trvale vlhká stanoviště v případě zastínění nebo v přemokřených oblastech, např. při sklonu střechy < 2 %
- slabá schopnost různých druhů a odrůd konkurovat náletovým druhům z okolní flóry
- dočasná nebo trvalá přeměna porostu v důsledku rozmnožení mechů, podmíněná buď ročním obdobím nebo slabou konkurenceschopností bylin, trav nebo sukulentů
- možnost výraznějšího výskytu plevelu při zvýšeném náletu z okolí. Toto se týká jak dřevin, např. topolu, vrby, břízy, tak i bylin a trav. Již ve fázi projektování je třeba počítat s přiměřenou péčí a údržbou.
- rozdílný vývoj vegetace na osluněné a odvrácené straně u střech s větším sklonem a rovněž v hřebenové a okapní části

4 Funkce a působení

4.1 Všeobecně

Zelené střechy mají mnoho navzájem propojených funkcí a působení, které můžeme přiřadit

- urbanistickým a krajinářským,
- ekologickým
- ochranným a ekonomickým

aspektům.

Tyto aspekty se mohou vyskytovat v různé formě podle konkrétní situace a mít různý význam. Nejdůležitější z nich proto nelze posuzovat bez vzájemného propojení, jejich výčet je pouze exemplární a nezahrnuje pořadí důležitosti.

K funkcím a působení se přihlíží při hodnocení stavebních záměrů v rámci ekologických studií, hodnocení a regulace vlivu na životní prostředí, přičemž v jednotlivých obcích a zemích mohou být postupy a hodnocení různé. Aby byly požadované funkce a působení zaručeny, doporučuje se definovat minimální standardy vztahující se ke skladbě a mocnosti souvrství a formě vegetace (viz také FLL-„Hodnocení zelených střech“).

4.2 Urbanisticko-krajinářské funkce a působení

- Vytvoření dalších zelených ploch a exteriérových prostor na stejném pozemku bez nutnosti investice do koupě další půdy;
- Zachování stávajících a vytvoření nových ploch zeleně a exteriérových prostor jako kompenzace zastavěných a zpevněných ploch;
- Zlepšení vzhledu měst a krajiny vyšší koncentrací rostlin, prvků zeleně a ozeleněných ploch jako zdůrazňujících, dělicích a kompozičních prvků;
- Zlepšení obytného i pracovního prostředí přiřazením živých užitných i veřejných zelených ploch bezprostředně k obytným a pracovním prostorům člověka;
- Vytvoření přírodního dojmu a prožitku na viditelných blízkých střešních plochách prostřednictvím rostlin, prvků a ploch zeleně, na rozdíl od holých nebo šterkových střešních ploch.

4.3 Ekologické funkce a působení

- Zohlednění požadavků na plánování zeleně, péči o krajinu a ochranu přírody v oblasti sídel a ve volné krajině;
- Vytvoření náhradních ploch a životního prostoru pro zatlačovanou flóru a faunu v oblasti lidských sídel;
- Zpomalení odtoku a zadržování dešťové vody a její vrácení do přirozeného koloběhu evaporací a transpirací;
- Zlepšení mikroklimatu díky vyrovnávání extrémních teplot, snížení intenzity vyzařování na sousední plochy, zvýšení vlhkosti vzduchu a snížení prašnosti oproti střechám s holou hydroizolací nebo vrstvou šterku.

4.4 Ochranné a ekonomické funkce a působení

- Snížení fyzikálního, chemického a biologického zatížení střešního pláště a především hydroizolace díky teplotnímu útlumu, ochraně před UV zářením a imisemi; ochrana před tvorbou bublin a škraloupů;
- Snížení nebezpečí mechanického poškození hydroizolace v důsledku vnějších vlivů, ochrana proti sání větru;
- Ochrana proti šíření ohně vzduchem a proti sálajícímu teplu;
- Zlepšení izolace proti hluku a kročejové neprůzvučnosti;
- Zlepšení tepelné ochrany v zimě a především v létě;
- Snížení součinitele odtoku srážkové vody;
- Akumulace srážkové vody;
- Odlehčení veřejné kanalizační sítě;
- Zvýšení užitné hodnoty nemovitosti v důsledku reprezentativního ozelenění;
- Lepší image majitele a uživatele nemovitosti jako člověka jednajícího odpovědně a s ohledem na budoucnost.

5 Požadavky na stavbu a stavební materiály

5.1 Předpoklady ve fázi projektu

Vlastnosti stavby a střešních ploch je třeba definovat a zhodnotit v rámci projektu z hlediska stavebního i vegetačního. Z toho mohou vyplynout další specifické požadavky na konstrukci stavby a ozelenění a rovněž se mohou některé typy ozelenění a formy vegetace ukázat jako nevhodné.

5.2 Způsob využití / využitelnost

U využití je třeba rozlišovat mezi hlediskem stavebně technickým, týkajícím se stavební konstrukce a využitelností pro člověka. Stavebně technická hlediska využití definuje norma DIN 1055-4, DIN 18531-1, DIN 18195-1 a dále, je-li relevantní, také ZVDH/HDB-„Odborná pravidla pro střechy s hydroizolací“.

Všechny plochy intenzivní zeleně s výsadbou a rovněž přírodně pojaté vegetační plochy extenzivní zeleně nejsou vhodné k pobytu osob. Vstup na tyto plochy je možný pouze v rámci údržby.

Využitelnost ozeleněných střech člověkem je zpravidla omezena na zpevněné plochy cest a teras určených k pohybu a pobytu osob. Plošné využití střešní zeleně je možné pouze u travníkových ploch, které lze odpovídajícím způsobem zatížit. Odkazujeme na pravidla pro bezbariérové stavby, DIN 18024, DIN 18025 a DIN E 18030.

5.3 Sklon / spád střechy

Sklonem střechy (ve stupních) resp. spádem střechy (v procentech) je třeba se zabývat v souvislosti s požadavky na konstrukci souvrství a cílovou vegetaci.

V případě extenzivní nebo jednoduché intenzivní vegetace by spád střechy měl být zpravidla minimálně 2 %. Zásadní potřebou vegetace extenzivních zelených střech je řízený odtok vody.

Střechy se spádem menším než 2 % vyžadují zvláštní opatření na odvod vody a oddrenážování. Toto platí i pro dílčí oblasti střechy, např. okapní část nebo úžlabí.

Na střechách bez spádu nebo s příliš malým sklonem (< 2 %) může docházet k částečnému nebo celoplošnému hromadění vody, které může být pro extenzivní vegetaci problematické. Je pak nutné počítat s úhynem rostlin nebo přeměnou vegetace a masivnějším výskytem cizorodé vegetace (např. náletových dřevin).

Účinnost doplňkových drenážních vrstev nebo větší mocnosti souvrství je v případě stojaté vody omezená. Vliv přemokření a nadměrného zásobování vegetace vodou nelze eliminovat v takové míře, jaké by bylo dosaženo při dostatečném sklonu střechy.

Omezeně lze dosáhnout nápravy tak, že vegetaci co nejvíce omezíme přístup k nahromaděné vodě. Toho lze dosáhnout např. vložením vrstvy, která vodu vytlačí nebo vytvoří distanční mezeru mezi vodou a vegetací (např. izolační desky, případně kombinované s drenážními panely). Oblasti s možným hromaděním vody a předpokládanou výškou hladiny je nutné u střech s malým sklonem zjistit před položením vegetačního souvrství, aby bylo možné stanovit a provést potřebná opatření. Jestliže by tato opatření v konkrétním případě nepřinesla požadovaný efekt, je třeba zjistit, zda lze tolerovat postupnou přeměnu vegetace nebo zda je třeba navrhnout jiné složení vegetace odpovídající očekávaným vlhkostním poměrům stanoviště.

Bezspádové střechy jsou vhodné pro intenzivní ozelenění s akumulací vody, případně lze akumulaci zajistit pomocí akumulčních prahů.

Tab. 1: Příklad srovnání hodnot spádu (v procentech) a sklonu (ve stupních)

Spád v procentech a odpovídající sklon ve stupních		Sklon ve stupních a odpovídající spád v procentech	
1%	~ 0,6°	1°	~ 1,7%
2%	~ 1,1°	2°	~ 3,5%
3%	~ 1,7°	3°	~ 5,2%
5%	~ 2,9°	5°	~ 8,8%
7%	~ 4,0°	7°	~ 12,3%
9%	~ 5,1°	9°	~ 15,8%
10%	~ 5,7°	10°	~ 17,6%
15%	~ 8,5°	15°	~ 26,8%
20%	~ 11,3°	20°	~ 36,4%
30%	~ 16,7°	25°	~ 46,6%
40%	~ 21,8°	30°	~ 57,7%
60%	~ 31,0°	35°	~ 70,0%
80%	~ 38,7°	40°	~ 83,9%
100%	~ 45,0°	45°	~ 100,0%

Při větším spádu je odtok vody rychlejší. Od sklonu střechy 5° (cca. 8,8%) je proto třeba zrychlený odtok vody vyrovnat prostřednictvím souvrství s větší schopností akumulovat vodu nebo s menším drenážním výkonem nebo formou vegetace s nižší potřebou vody.

Při větších sklonech střechy jsou nutná speciální opatření zabraňující sjíždění vrstev (viz také kapitola 6.10). U střech se sklonem nad 45° doporučujeme z důvodů problematické techniky konstrukce a vegetace raději od ozelenění upustit.

5.4 Konstrukce střechy a možnosti ozelenění

V závislosti na konstrukci střechy je třeba zohlednit různé konstrukční a stavebně fyzikální podmínky pro ozelenění, které se vztahují ke vhodnosti použití a působení všech vrstev a materiálů střešního pláště. V konkrétních případech platí ZVDH/HDB - „Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“ (Odborná pravidla pro střechy s povlakovou hydroizolací) a rovněž „BWA-Richtlinien für Bauwerksabdichtungen“ (Směrnice pro hydroizolaci staveb) a „Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser“ (Technická pravidla pro projektování a provádění hydroizolací proti vnější tlakové vodě).

5.4.1 Střechy s povlakovou hydroizolací

Nevětraná střecha bez tepelné izolace

Jsou možné všechny způsoby ozelenění a formy vegetace, především ty s větší hmotností souvrství. U staveb, kde se mohou na spodní straně střešního pláště vyskytovat teploty pod bodem mrazu, nelze vyloučit poškození vegetace mrazem.

Nevětraná střecha s tepelnou izolací

Jsou možné všechny způsoby ozelenění a formy vegetace, především také ty s větší hmotností souvrství. U tepelné izolace je nutné zohlednit její odolnost proti tlaku v důsledku zatížení vegetačním souvrstvím a tíhou samotné vegetace.

Nevětraná střecha s tepelnou izolací na lehkých konstrukcích

Ozelenění je možné zpravidla pouze souvrstvím o nižší hmotnosti. U některých stávajících střech může být ozelenění ze statických důvodů nemožné.

Větraná střecha s tepelnou izolací

Je nutné zohlednit nosnost horního pláště, která bývá zpravidla nižší. Stavebně fyzikální vlastnosti mohou být ovlivněny chladičným efektem vegetačního souvrství. Účinky v konkrétním případě je třeba posoudit individuálně.

Inverzní střecha

Při ozelenění inverzních střech a speciálních konstrukcí s tepelnou izolací umístěnou nad hydroizolací je třeba brát v úvahu difúzi vodních par. Pro konkrétní případy je třeba stanovit, do jaké míry jsou nutné vyrovnávací a difúzně otevřené mezivrstvy. Především při sanaci střech mohou být nutná doplňková opatření.

5.4.2 Střechy a stropy z betonu s vysokou odolností proti vnikání vody („vodotěsný beton“)

Střešní plášť z „vodotěsného betonu“ s nebo bez tepelné izolace na spodní straně

Jsou možné všechny způsoby ozelenění a formy vegetace. Zpravidla není nutná doplňková celoplošná ochrana betonového povrchu proti prorůstání (viz také kapitola 6.2.1).

Střešní plášť z „vodotěsného betonu“ s tepelnou izolací na horní straně

Ozelenění jako u inverzní střechy.

5.4.3 Střechy se skládanou krytinou

Konstrukce a materiály používané v současné době pro střechy se skládanou krytinou jsou pro ozelenění zpravidla nevhodné. Při dodržení odpovídajících stavebně technických pravidel může být ozelenění i takových střech možné, případně jsou nutná zvláštní opatření, např. nepropustná podkladní konstrukce.

5.5. Difúze vodních par

U střešních konstrukcí, u kterých se počítá s ozeleněním, je nutné prověřit stavebně fyzikální podmínky a vlastnosti již v projektové přípravě. To platí jak pro nově navrhované, tak především pro stávající střechy. Při posuzování difúze vodních par je třeba vycházet z konkrétního využití prostor.

5.6 Zatížení

Statické předpoklady, tedy hodnoty zatížení jsou rozhodujícím kritériem pro možnosti a druh navrhovaného ozelenění. Podle normy DIN 1055-100 rozlišujeme stálé a nahodilé působení zatížení.

Hmotnost vegetačního souvrství se všemi jeho vrstvami při maximálním nasycení vodou včetně plošného zatížení samotnou vegetací je součástí stálého zatížení. V případě souvrství s akumulací vody v drenážní vrstvě je nutné započítat i hmotnost naakumulované vodní vrstvy. Bodová břemena jako vzrostlé keře a stromy, konstrukční prvky jako např. pergoly, vodní nádrže, obrubníky, je třeba stanovit a zohlednit samostatně (viz také příloha 1).

Je třeba dbát na dostatečnou odolnost tepelné izolace a hydroizolace proti tlaku, především při realizaci ozelenění a rozmístění bodových břemen.

Při montáži vegetačního souvrství je nutné dbát na to, aby v důsledku dočasného skladování a transportu materiálu nedošlo k překročení dovoleného zatížení.

Má-li vegetační souvrství sloužit k zatížení vrstev střešního pláště a ochraně proti sání větru, je třeba dbát pokynů v kapitole 6.8.

5.7 Zajištění osob proti pádu z výšky

Při navrhování budov a ve výběrovém řízení je nutné dbát předpisů o bezpečnosti práce a prevenci úrazů a požadavků, které z nich vyplývají. Toto se týká především zajištění osob proti pádu z výšky při provádění, údržbě a opravách staveb a zajištění proti propadnutí stavební konstrukcí (např. světlíkem).

Příslušná pravidla jsou obsažena v Oborových předpisech (Berufsgenossenschaftliche Vorschriften) BGV C 22 „Předpis o prevenci úrazů při stavebních pracích“ (Unfallverhütungsvorschrift Bauarbeiten) a BGW C 22 DA „Pokyny pro provádění stavebních prací“ (Durchführungsanweisungen Bauarbeiten) a dále v „Předpisu o prevenci úrazů oborového svazu zahradnictví VSG 4.2 Zahradnictví, sadovnictví a zakládání parků“ (Unfallverhütungsvorschrift der Gartenbau-Berufsgenossenschaft VSG 4.2 „Gartenbau, Obstbau und Parkanlagen).

Vhodnými ochrannými opatřeními mohou být např. zábrany, kotevní body pro jisticí lano, fixní zařízení pro výlez a vstup s ochranou proti pádu. Smí se používat výhradně produkty, resp. systémy s příslušným atestem. Za ochranná opatření odpovídá investor a jím pověřený projektant, resp. koordinátor bezpečnosti práce a bezpečnostní technik.

Při prováděcích pracích je zpravidla nutná ochrana proti pádu z výšky formou ohrazení na střeše, resp. fasádního lešení. Obzvláště důležitá je koordinace různých řemesel tak, aby např. k demontáži dočasných bezpečnostních lešení došlo až po dokončení vegetačního souvrství.

Pro práce údržby a opravy většinou stačí zajištění pomocí lana a je tedy nutné u stavby předem počítat s příslušnými kotevními body. Při dodatečné montáži vegetačního souvrství na již dokončené hydroizolaci je vhodné použít kotevní body bez průniku hydroizolací, např. upevněné na vystupujících nosných konstrukcích nebo jisticí systémy stabilizované dostatečným zatížením shora.

5.8 Odvodnění

Návrh odvodnění musí odpovídat normě DIN EN 12056-3 a DIN 1986-100. U zelených střech je třeba již v projektu zajistit bezvadné odvodnění jak ozeleněných, tak neozeleněných dílčích ploch. Vodu stékající po fasádách je třeba zohlednit samostatně.

Musí být zajištěno odvádění vody jak skrze souvrství, tak i z povrchu. Aby byl umožněn plynulý odtok vody ze zelených střech, rozlišujeme tři druhy odvodnění:

- Odvodnění ve vegetační ploše;
- Odvodnění mimo vegetační plochu;
- Samostatné odvodnění ozeleněných ploch a ploch bez vegetace.

Střechy s odvodněním uvnitř plochy musí mít nezávisle na velikosti střešní plochy minimálně jednu střešní vpust a nejméně jeden nouzový přepad. Vpusti a přepady musí být dimenzovány podle normy DIN EN 12056-3.

Při dimenzování odvodňovacích prvků podle normy DIN EN 12056-3 a DIN 1986-100 je možné použít součinitele odtoku uvedené v kapitole 7.3.4.

Při podtlakovém odvodnění střech je kromě toho nutné dodržovat směrnici VDI 3806. V souvislosti se zelenými střechemi mají obzvláštní význam následující aspekty:

- U malých ozeleněných střešních ploch je třeba prověřit, zda předpokládaný odtok srážkové vody bude dostatečný k zajištění sebečisticí schopnosti systému podtlakového odvodnění (viz také VDI 3806, kapitola 3.2);
- U podtlakového odvodňovacího systému je třeba se vyhnout kombinaci střešních ploch s různou rychlostí, resp. zpomalením odtoku, např. intenzivní ozelenění, extenzivní ozelenění, štěrka, holá plocha;

- Zelené střechy s celoplošnou akumulací vody v drenážní vrstvě by měly být odvodněny samostatným systémem s volnou hladinou, protože charakteristika odtoku se dá jen obtížně odhadnout a v současné době není možné učinit přesný závěr o jejich vlivu na odvodnění prostřednictvím proudění pod tlakem;
- Je nutné zajistit pravidelnou údržbu odvodňovacího systému podle normy DIN 1986-30.

V individuálních případech je třeba posoudit, zda bude přebytečná voda vsakovat nebo je nutné ji odvádět do retenční nádrže. Pokyny viz FLL-„Doporučení pro vsakování a retenci vody“.

5.9 Zavlažování

Pro zavlažování je nutné na střeše zajistit nejméně jeden přívod vody, který je technickým opatřením nebo prostřednictvím údržby chráněn před poškozením mrazem.

V projektu je třeba zohlednit dimenze a počet přívodních potrubí a vývodů a rovněž potřebný tlak vody pro zavlažování v závislosti na poloze, konkrétních podmínkách stavby, velikosti půdorysu a požadované formě vegetace. Je třeba dodržovat požadavky normy DIN 1988.

5.10 Suroviny

Podle normy ATV DIN 18299 musí být suroviny a konstrukční prvky pro příslušný účel použity vhodné a navzájem uzpůsobené.

U materiálů pro střešní a vegetační souvrství toto platí obzvláště s ohledem na jejich vzájemnou chemickou snášenlivost. Výrobci materiálů zpravidla uvádějí příslušná omezení pro použití.

V případě nekompatibility materiálů je třeba prověřit výběr materiálu nebo použít separační vrstvu.

Hydroizolace a ochrana proti prorůstání kořenů musí být odolné proti hydrolyze. Vhodnost surovin a materiálů je třeba prověřit a případně prokázat také z hlediska trvalého působení vody z vegetačního souvrství.

Působením biologického vlivu mikroorganismů a látek rozpuštěných ve vodě nesmí docházet ke změnám ohrožujícím jejich funkci.

V souvislosti s evropskou harmonizací je u produktů v určitých aplikačních oblastech zákonem požadováno tzv. „Označení CE“. Předpokladem použití značky CE je prohlášení o shodě spolu s technickou dokumentací.

Za označení CE odpovídá výrobce, resp. ten, kdo uvedl produkt do oběhu a mělo by být zohledněno projektantem a investorem při výběru a realizaci.

5.11 Ekologická nezávadnost

Použité materiály nesmí představovat zátěž pro životní prostředí ani např. v důsledku vyplavování částic nebo formou úniku plyných látek. Je třeba dodržovat zákony a nařízení státu i místní vyhlášky týkající se ochrany životního prostředí a zatížení škodlivinami. Při výběru materiálů je třeba brát ohled na možnost recyklace, resp. ekologické likvidace.

Podle zákona o hnojivech (DüngMG) a vyhlášky o hnojivech (DüMV - Vyhláška o uvádění hnojiv, pomocných látek pro půdu a rostliny a kulturních substrátů do oběhu (Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln)) jsou substráty pro zelené střechy klasifikovány jako kulturní substráty. Je třeba dodržovat požadavky týkající se škodlivin a deklarace obsažených látek. Kromě toho existují v jednotlivých spolkových zemích odlišné požadavky na aplikaci příslušných pravidel pro druhotné suroviny.

5.12 Snášenlivost pro rostliny / fytotoxická nezávadnost

Látky nesmí obsahovat žádné součásti škodlivé pro rostliny. V případě podezření na fytotoxické vlastnosti je třeba provést zkoušku klíčivosti rostlin a/nebo zkoušku na plyné látky škodlivé pro rostliny.

6 Stavebně technické předpoklady

6.1 Všeobecně

Stavebně technické předpoklady ve spojení se zelenými střechami se týkají především:

- zajištění osob proti pádu z výšky (viz kapitola 5.7),
- ochrany proti prorůstání kořenů (viz kapitola 6.2);
- ochranu hydroizolace/kořenovzdorné vrstvy před poškozením (viz kapitola 6.3);
- ochranu před usazeninami vodního kamene (viz kapitola 6.4);
- odvodňovací zařízení (viz kapitola 6.5);
- míst napojení a ukončení (viz kapitola 6.6);
- ochrany před emisemi (viz kapitola 6.7);
- ochrany před sáním větru (viz kapitola 6.8);
- protipožární ochrany (viz kapitola 6.9);
- zajištění vrstev proti sjíždění (viz kapitola 6.10);
- okrajových prvků a obrubníků (viz kapitola 6.11);
- pochozích povrchů (viz kapitola 6.12);
- jiných prvků vybavení (viz kapitola 6.13);
- přípravek pro kotvení dřevin (viz kapitola 12.3).

6.2 Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů

6.2.1 Suroviny

Ochranu proti prorůstání kořenů tvoří zpravidla:

- fóliové pásy;
- celoplošné povlaky/tekuté hydroizolace.

Z konstrukčního hlediska jsou stropy z vodotěsného betonu a svařované kovové vany odolné proti prorůstání kořenů. Dilatační spáry ve stropech z vodotěsného betonu je nutné zajistit proti vnikání kořenů samostatně.

Ochranu proti prorůstání kořenů může tvořit dodatečná kořenovzdorná vrstva nad hydroizolací nebo samotná hydroizolace, pokud má odpovídající vlastnosti a splňuje požadavky podle 6.2.2.

6.2.2 Požadavky

Jak u intenzivních, tak extenzivních zelených střech je nutná ochrana proti prorůstání kořenů, aby byla trvale zamezena možnost poškození hydroizolace vnikáním nebo pronikáním kořenů.

Možnost použití rostlin se silnou tvorbou oddenků je třeba při plánování důkladně zvážit a prověřit. U některých druhů bambusu a např. ozdobnice čínské je nutné kromě ochrany proti prorůstání provést ještě další stavební opatření a počítat se speciální údržbou.

Neprorůstavost se prokazuje podle „Metody FLL k prověření kořenovzdornosti fólií a povlaků určených pro zelené střechy" (viz příloha 3).

6.2.3 Provedení

Izolace střechy proti prorůstání kořenů musí tvořit jeden celek i tehdy, je-li střecha členěna do dílčích ploch.

Místa napojení, ukončení, prostupy a spáry musí být zajištěny proti vnikání kořenů.

Kořenovzdorná fólie poskytuje celoplošnou ochranu pouze tehdy, jsou-li spoje/sváry pásů řádně provedeny a ošetřeny. V závislosti na technických vlastnostech materiálu může být zapotřebí dodatečné zapravení švů podle údajů výrobce, aby se např. u fólií s textilní vložkou uzavřely případné kapiláry.

Při pokládce samostatné kořenovzdorné fólie na stávající hydroizolaci je v případě drsného povrchu hydroizolace nutné položit napřed ochrannou vrstvu, aby nedošlo k mechanickému poškození kořenovzdorné fólie. Hydroizolace/kořenovzdorné fólie, které nejsou odolné proti UV, je nutné v nechráněných místech zakrýt. V průběhu stavby nesmí dojít k poškození kořenovzdorné fólie. V případě přerušení stavby je nutné provést dočasná ochranná opatření podle DIN 18195-10.

Místa napojení a ukončení musí být provedena podle Odborných pravidel pro střechy s hydroizolací (ZVDH/HDB-„Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“) resp. u intenzivních zelených střech podle DIN 18195-9 a u extenzivních zelených střech podle DIN 18531-3. Totéž platí pro kořenovzdorné fólie/povlaky pokládané dodatečně na hydroizolaci. Kořenovzdorné fólie/povlaky položené ve vymezených dílčích plochách je třeba nahoře mechanicky upevnit a případně chránit proti vnějším vlivům.

Dilatační spáry je třeba v případě potřeby ponechat přístupné a bez ozelenění dle DIN 18195-8.

Při celoplošné akumulaci vody zadržením vodní hladiny (viz kapitola 7.4) může kořenovzdorná fólie současně tvořit vodní vanu na hydroizolaci, která není kořenovzdorná. Je-li hydroizolace kořenovzdorná, měla by být vodní vana rovněž vytvořena samostatně.

6.3. Ochrana hydroizolace střechy / kořenovzdorné vrstvy před poškozením

6.3.1 Základní pojmy

V normě DIN 18531-1 a DIN 18195-1 se v závislosti na namáhání a použití rozlišuje ochranná vrstva, ochranná vložka a ochranné opatření:

Ochranná vrstva

- Ochranná vrstva podle DIN 18195-10 „musí trvale chránit hydroizolaci stavby před škodlivými vlivy statické, dynamické a termické povahy. Může tvořit rovněž užitečný povrch stavby“. Tento požadavek platí odpovídajícím způsobem také pro ochranu proti prorůstání kořenů.

Ochranná vložka

- podle DIN 18531-1: „vrstva na hydroizolaci určená k ochraně před mechanickým namáháním“;
- podle DIN 18195-1: „Doplňková ochrana hydroizolace, která však nenahrazuje ochrannou vrstvu. Ochranná vložka není hydroizolační vrstvou“.

Ochranné opatření

- podle DIN 18195-1: „stavební opatření pro přechodnou ochranu hydroizolace během stavebních prací“. Při ozeleňování střech je nutné chránit hydroizolaci/kořenovzdornou fólii proti mechanickému poškození během provádění stavby.

6.3.2 Materiály

Ochranu hydroizolace/kořenovzdorné fólie může v případě zelených střech tvořit např.:

- Geotextilie
- Fólie z plastických hmot
- Rohože nebo pásy z granulovaných plastů;
- Drenážní rohože, fólie a desky;
- Tepelně izolační desky (např. na inverzních střechách).

Způsob ochrany závisí na namáhání hydroizolace/kořenovzdorné vrstvy. Při vysokém namáhání, např. je-li plocha během realizace pojížděná, může být nutná i ochranná vrstva z betonu nebo litého asfaltu.

6.3.3 Požadavky

Parametry a pevnost ochranné vrstvy nebo vložky je třeba přizpůsobit požadavkům kladeným na hydroizolaci/tepelnou izolaci, namáhání a způsobu využití.

U extenzivních zelených střech platí pro:

- Materiály: DIN 18531-2;
- Návrh a provedení: DIN 18531-1.

U intenzivních zelených střech platí pro:

- Materiály: DIN 18195-2 resp.-5;
- Návrh a provedení: DIN 18195-10.

V uvedených normách jsou zelené střechy děleny pouze na extenzivní a intenzivní. Při podrobnějším dělení podle této směrnice a u přechodových forem zelených střech je třeba přiřazení dle některé z těchto norem podle požadavků na cílovou ochranu.

Podle normy DIN 18531-2 a DIN 18195-2 platí např., tyto minimální požadavky:

- Geotextilie: Plošná hmotnost nejméně 300 g/m² a tloušťka 2 mm;
- Stavební ochranné rohože a desky z granulované pryže: jmenovitá tloušťka 6 mm;
- Stavební ochranné rohože a desky z granulovaného plastu: jmenovitá tloušťka 4 mm.

U produktů s menší tloušťkou, resp. nižší plošnou hmotností je třeba případně prokázat jejich funkčnost.

U geotextilií musí být kromě toho splněna minimálně třída pevnosti (GRK) 2, podle Věstníku FGSV o používání geosyntetik v zemním a silničním stavitelství („Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“). Při vyšším očekávaném zatížení během realizace nebo při užívání může být nutná vyšší třída pevnosti.

Dále je třeba dodržovat:

- Materiály pro ochranné vrstvy a vložky musí být kompatibilní navzájem i vůči hydroizolaci a odolné proti mechanickému, tepelnému a chemickému působení, kterému je hydroizolace vystavena.;
- Materiály musí být odolné proti působení látek a mikroorganismů vyskytujících se ve vegetačním souvrství a proti hnilobě po celou užitnou dobu. Je nutné dodržovat pokyny výrobce.
- Funkce ochranné vložky nebo vrstvy nesmí být ohrožena cizími škodlivými látkami.
- Ochranné vrstvy a vložky nesmí z výroby obsahovat kovové součásti.

6.3.4 Provedení

Při pokládce ochranné vrstvy/vložky nesmí dojít k poškození hydroizolace. Nečistoty je nutné z hydroizolace předem odstranit.

U volně pokládané ochranné vrstvy/vložky musí být zajištěno překrytí minimálně 10 cm. Pokládají-li se kusy na sraz, je nutné tyto srazy dodatečně překrýt.

Není-li možné produkty okamžitě zakrýt, je třeba dodržovat pokyny výrobce ohledně odolnosti proti povětrnostním vlivům.

Ochrannou vrstvu/vložku je nutné ihned po položení zajistit v souladu s příslušným druhem materiálu.

V případě ochranné vrstvy z betonu, cementového potěru nebo litého asfaltu je třeba zohlednit příslušné zatížení.

Při instalaci ochranných vrstev na bázi cementu bez následného ošetření vzniká nebezpečí uvolňování uhličitánů a zanášení usazenin do odvodňovacích zařízení (viz kapitola 6.4).

U ochranných vrstev z litého asfaltu je nutné dbát na odolnost vůči teplu a vzájemnou snášenlivost materiálů.

Ochranné vložky, resp. vrstvy se pokládají na plochu a vystupující konstrukce tak, aby sypaniny nemohly vniknout pod ně a do spodních vrstev; např. může být třeba:

- fixace přesahů;
- větší přesah;
- pokládka sypanin ve směru přesahů;
- dodržení minimální vzdálenosti od kraje při pneumatické dopravě.

6.4 Ochrana před usazeninami vodního kamene

Případy poškození odvodňovacích zařízení usazeninami vodního kamene, známé z dřívějška, nemají původ ve vegetačním souvrství zelených střech. Příčinou bylo zpravidla uvolňování uhličitánů z ochranných vrstev tvořených betonovým nebo cementovým potěrem a v ojedinělých případech z maltového nebo betonového lože pro obrubníky, dlažby nebo prvky jiného vybavení.

Tato skutečnost již byla experimentálně dokázána a rozšířena o následující aspekt: Ani vegetační vrstvy bohaté na vápník, např. tvořené substráty s podílem recyklované cihelné drti se zbytky malty, travertinu, dolomitu nebo vápenatých kompostů prokazatelně nezpůsobují zanášení odvodňovacích zařízení vodním kamenem. Na základě těchto poznatků se u drenážních a vegetačních vrstev už nepoužívá obsah uhličitánů jako kritérium pro posuzování.

Používání sypanin obsahujících vápník, který by mohl způsobit zanášení odvodňovacích zařízení vodním kamenem, např. recyklovaného betonu nebo vápencového štěrku v drenážní vrstvě, štěrkovém obsypu nebo z estetických důvodů, je nepřípustné.

V případě použití ochranné vrstvy z betonu nebo cementového potěru je nutné vytvořit dostatečně odolný povrch nebo jej dodatečně ošetřit, aby se nemohlo vylučovat takové množství uhličitánů, které by způsobilo tvorbu vodního kamene.

U obrubníků (viz kapitola 6.11), pochozích povrchů (viz kapitola 6.12) a prvků vybavení (viz kapitola 6.13) kladených do maltového lože je nutné buď způsobem provedení nebo ošetřením povrchu vyloučit možnost tvorby uhličitánů ve větší míře.

Jestliže kvůli konkrétním podmínkám daného objektu není možné těmto podmínkám vyhovět, je třeba kvůli nebezpečí vylučování uhličitánů chránit povrch malty, cementu nebo betonu před vodou nátěrem nebo zakrytím, resp. uzavřením do fólie.

6.5 Odvodňovací zařízení

6.5.1 Druhy

K odvodňovacím zařízením patří:

- střešní vpusti;
- žlaby v úžlabí;
- štěrbinové žlaby u dveří;
- okapové žlaby;
- chrliče;
- nouzové přepady.

6.5.2 Požadavky

Odvodňovací zařízení musí jímat a odvádět přebytečnou vodu jak z drenážní vrstvy, tak i povrchovou vodu z vegetační vrstvy. Vodu z přilehlých fasád a sousedních zpevněných ploch je třeba odvádět tak, aby tím vegetační souvrství nebylo dotčeno.

U podtlakového odvodnění je třeba již ve fázi návrhu prověřit pro konkrétní případ, nakolik bude v podmínkách zelené střechy funkční (viz kapitola 5.8).

Střešní vpusti a nouzové přepady musí být chráněny před vnikáním vegetace a zasypáním, např. štěrkem, a musí být kdykoli přístupné. Okapové žlaby nesmí zarůstat a nesmí být omezena jejich funkce.

6.5.3 Provedení

6.5.3.1 Střešní vpusti ve vegetačních plochách

Jsou-li střešní vpusti umístěny ve vegetačních plochách, měly by být z důvodu ochrany před splavováním nečistot a vnikání vegetace a rovněž pro účely kontroly chráněny kontrolní šachtou. K ochraně a optickému vyznačení vpustí lze použít štěrkový obsyp nebo olemování dlažbou. Kontrolní šachty nesmí bránit odtoku vody.

V případě využití zavlažování zadržením vodní hladiny v drenážní vrstvě je použití kontrolních šachet nutné, aby byl umožněn přístup k regulátoru odtoku, nainstalovanému ve vpusti.

6.5.3.2 Střešní vpusti mimo vegetační plochy

Vpusti mimo vegetační plochy leží zpravidla volně ve štěrkovém pásu. Na ochranu před znečištěním by měly být opatřeny sítkem, jehož otvory musí být v souladu s frakcí použitého štěrku. Vpusti v pochozích plochách je třeba opatřit nástavcem s krytem ve výšce pochozí plochy.

6.5.3.3 Nouzové přepady

Cesta vody k nouzovým přepadům nesmí být omezena skladbou vegetačního souvrství a případnými obrubníky nebo okrajovými prvky. Okolí nouzových přepadů je třeba vytvořit tak, aby voda mohla nerušeně odtékat a aby byla kdykoli možná vizuální kontrola. Nouzové přepady je třeba udržovat bez vegetace.

6.5.3.4 Odvodnění šikmých střech

Odvodnění šikmých střech se provádí štěrkovým pásem s vloženými drenážními trubkami nebo bez nich, do nástřešního nebo podstřešního žlabu, nebo prostřednictvím chrličů. Rozlišujeme mezi odvodněním k okapu a odvodněním v úžlabí.

U střech s větším sklonem je třeba počítat v okapní oblasti se zvýšeným povrchovým odtokem vody. Na ten je třeba brát ohled při dimenzování drenáže a u konstrukce okapní části. V okapní části je nežádoucí bujně rostoucí a převislá vegetace.

Při odvodnění do úžlabí je třeba při návrhu drenáže vzít v úvahu, že úžlabím se odvádí voda ze dvou střešních ploch.

6.6 Místa napojení a ukončení

6.6.1 Druhy

Místa napojení a ukončení se vyskytují v místech:

- vystupujících konstrukcí
- dveří;
- bezbariérových přechodů;
- průstupů střechou;
- okrajů střechy.

6.6.2 Požadavky

Napojení a ukončení lze provést v závislosti na objektu, příslušném detailu a specifických vlastnostech materiálu různým způsobem. V Odborných pravidlech pro střechy s povlakovou hydroizolací (ZVDH/HDB - „Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“) a dalších předpisech ohledně hydroizolací jsou vedeny technické detaily.

6.6.2.1 Výšky napojení

V místech napojení nebo ukončení je nutné vyvést hydroizolaci/kořenovzdornou vrstvu do výšky podle Odborných pravidlech pro střechy s povlakovou hydroizolací (ZVDH/HDB-„Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“), DIN 18195-9 a DIN 18531-3, trvale zajistit a chránit před poškozením.

Vzhledem k významu tohoto požadavku pro zelené střechy s proměnlivou výškou souvrství zde důležité zásady zopakujeme:

Minimální výška vyvedení hydroizolace/kořenovzdorné vrstvy nad horní hranu povrchu, např. štěrkového násypu, dlažby, vegetační vrstvy, musí činit:

na vystupujících konstrukcích (napojení dle DIN 18195-9)

- minimálně 15 cm při sklonu střechy do 5°;
- minimálně 10 cm při sklonu střechy větším než 5°;

při ukončení na volném okraji střechy

- 10 cm při sklonu střechy do 5°;
- 5 cm při sklonu střechy větším než 5°.

V oblastech s větším množstvím sněhu je žádoucí větší výška napojení.

6.6.2.2 Bezpečnostní pás

U zelených střech se zpravidla vyžaduje bezpečnostní pás např. ze šterku, oblázků nebo dlaždic mezi místy napojení/ukončení a vegetační plochou. Za předpokladu dostatečně nadimenzovaného provedení přispívá k zajištění proti sání větru (viz kapitola 6.8) a může fungovat jako preventivní protipožární opatření (viz kapitola 6.9).

Při použití šterku frakce 16/32 nebo 16/25 smí být podíl zrna < 8 mm maximálně 5% hmotnosti, zrno < 0,063 mm smí tvořit maximálně 3% hmotnosti. Rozbitá zrna nejsou na závadu.

6.6.3 Provedení

6.6.3.1 Napojení na fasády a vystupující části budovy

V místech napojení na fasády a vystupující části budovy slouží bezpečnostní pás jako distanční pás a ochrana proti odstříkující vodě. Pro účely kontroly, údržba a oprav musí být pochozí. Vzdálenost vytvořená bezpečnostním pásem zamezuje ohrožení vývoje rostlin vodou stékající po fasádě nebo odstříkujícími kapkami. Využívá-li se pás při čištění fasády, musí být rozšířen na odpovídající šířku.

Hydroizolace/kořenovzdorná vrstva musí být vyvedena nad povrch bezpečnostního pásu, vegetačních ploch a pochozích povrchů do výšky odpovídající požadavkům dle kapitoly 6.6.2. Toto platí i pro jiné vystupující stavební konstrukce a prostupy, např. větrací potrubí, kotevní body k zajištění osob proti pádu z výšky, konstrukce antén a světlíků.

Při zakládání vegetačních ploch v určité vzdálenosti od fasády rozlišujeme různé možnosti provedení:

- drenážní a příp. filtrační vrstva prochází průběžně pod vegetační vrstvou i bezpečnostním pásem;
- vegetační vrstva je od bezpečnostního pásu oddělena obrubou např. z děrovaného plechu;
- vegetační vrstva i bezpečnostní pás mají svoje samostatné odvodnění;
- místo bezpečnostního pásu je nainstalován odvodňovací žlab.

6.6.3.2 Napojení na dveře nebo bezbariérové přechody

Podle Odborných pravidel pro střechy s povlakovými hydroizolacemi (ZVDH/HDB-„Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“) platí:

„Výšku napojení je možné snížit, je-li místními poměry kdykoli zajištěn dokonalý odtok vody v oblasti dveří. Týká se to případů, kdy se v bezprostřední blízkosti dveří nachází vpust' nebo jiný odvodňovací prvek. V takovém případě by měla být výška napojení minimálně 0,05 m (od horní hrany hydroizolace nebo od napojovacího plechu pod okapničkou/soklovým profilem).

Bezbariérové přechody jsou speciální konstrukce. V takových případech je nutná koordinace mezi projektantem a provádějící firmou. Samotná hydroizolace nemůže zajistit těsnost napojení na dveře. Jsou proto nutná další opatření, např.:

- Terasové vpusti v oblasti dveří;
- vyhřívaný vanovitý odvodňovací rošt s přímým napojením na odtok;
- spád;
- ochrana před odstříkující vodou prostřednictvím zastřešení;
- přírubová konstrukce dveřního rámu;
- izolace vnitřního prostoru;
- konstrukce střechy s celoplošně lepenými vrstvami."

6.6.3.4 Zakončení na okraji střechy

Je-li atika nízká a vegetační souvrství vyšší, je třeba vegetační plochu odsadit od okraje a vymezit vhodným obrubníkem, aby bylo možné dodržet potřebné výšky vyvedení hydroizolace nahoru (viz kapitola 6.6.2.1). Přitom je potřeba zajistit odvodnění vegetační plochy a okraje střechy. Podobné pravidlo platí pro okraj střechy se zavěšeným žlabem.

Jestliže je hydroizolace vyvedená za okraj střechy a končí pod úrovní terénu, musí být zajištěno její vodotěsné a kořenovzdorné napojení na hydroizolaci stěny. Hydroizolace střechy musí podle DIN 18195-9 pokračovat minimálně 20 cm pod styčnou spáru mezi stropem a stěnou a případně navazovat na stávající hydroizolaci stěny.

6.7 Ochrana proti emisím

V blízkosti větracích a klimatizačních zařízení je třeba počítat s výstupem teplého a chladného vzduchu a v důsledku proudění může v takových místech docházet k poškození vegetace např. k vysychání nebo mrznutí. Odplyny vystupující z komínů, např. SO₂, mohou být příčinou přímých škod na vegetaci, především na jehličnanech a neopadavých rostlinách. V místech působení teplého vzduchu, odfuků a odplynů je třeba důkladně zvážit, zda vůbec, případně jaká vegetace je zde vhodná.

6.8 Zajištění proti sání větru

Vítr způsobuje zatížení staveb tlakem, sáním a třecími silami, jejichž intenzita závisí na síle a směru větru a rovněž na tvaru a výšce budovy. Zatížení větrem může vést k poškození skladby střešní konstrukce jak při provádění, tak i v hotovém stavu. Pro hydroizolace střech a vrstvy skladby střešního pláště je třeba již ve fázi projektu navrhnout odpovídající opatření na ochranu před zvedáním v důsledku sání větru.

Podle DIN 1055-4 jsou střešní plochy zařazeny do různých kategorií podle různé intenzity namáhání sáním větru (v normě označeno jako F, G, H, I a J). Vysokému namáhání jsou vystaveny především oblasti hřebene, rohů a okrajů střechy. Tyto oblasti je nutné zajistit odpovídajícími opatřeními.

Je-li hydroizolace a kořenovzdorná fólie položena volně, musí být zatížena vegetačním souvrstvím proti zvedání v důsledku sání větru. V oblasti okrajů a rohů se používají např. štěrkové násypy, při vyšším zatížení dlažba. Během realizace je nutné zajistit přechodná ochranná opatření.

Zatímco ve většině případů je snaha po co nejmenší mocnosti souvrství a co nejmenším zatížení, může být naopak v oblastech silně ohrožených sáním větru tendence k využívání větší mocnosti souvrství a těžších materiálů. Směrodatná je hmotnost souvrství v suchém stavu. V případě potřeby lze využít v oblasti rohů a okrajů střechy kombinaci např. štěrkového násypu, dlaždic a zatravnovacích tvárnic.

Zatížení potřebné ke stabilizaci lze vypočítat podle DIN 1055-4 s použitím příslušných koeficientů pro působení větru podle DIN 1055-100. Údaje o zajištění hydroizolace proti nadzvednutí sáním větru jsou uvedeny také v Odborných pravidlech pro střechy s povlakovými hydroizolacemi (ZVDH/HDB-„Fachregel für Dächer mit Abdichtungen“).

Tyto údaje, stanovené pro štěrk nebo betonové dlaždice nezohledňují účinek dalších faktorů, které působí na vegetačních střechách:

- drsnost vegetačního pokryvu;
- zatížení zbytkovou vlhkostí souvrství;
- zatížení vlastní vegetací;
- velkoplošné působení souvisle prokořeněného souvrství na rozdíl od působení štěrkové vrstvy tvořené jednotlivými zrny;

- vzduchová propustnost vegetační vrstvy, která způsobuje vyrovnání tlaku mezi horním a spodním povrchem a tím redukuje zatížení.

Uvedená kritéria umožňují snížení stabilizačního zatížení. Při dimenzování lze podle DIN 1055-4 počítat s aerodynamickým součinitelem vnějšího tlaku c_{pe} 10.

6.9 Preventivní protipožární ochrana

Norma DIN 4102-4/7 neuvádí žádná zvláštní ustanovení pro zelené střechy. Odborná komise pracovní skupiny ARGEBAU, tvořené ministry a senátory spolkových zemí odpovědnými za pro stavitelství, bytovou a sídlištní výstavbu (Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen) vypracovala v roce 1989 vzorový výnos „Chování zelených střech při požáru“. Obsah tohoto vzorového výnosu byl zaveden v různém rozsahu v jednotlivých spolkových zemích jako doplňující nařízení ke stavebnímu řádu formou odborných pokynů a výnosů.

Zelené střechy lze obecně považovat za dostatečně odolné proti přenosu ohně vzduchem a sálavému teplu ve stejné míře jako „tvrdá krytina“, jestliže splňují následující požadavky:

Intenzivní zelené střechy, které jsou dostatečně zavlažované a udržované a zpravidla mají silnou vrstvu substrátu, lze z požárního hlediska hodnotit jako "tvrdou krytinu".

Extenzivní zelené střechy jsou dostatečně odolné proti šíření ohně vzduchem a proti sálavému teplu, splňují-li následující požadavky:

- převážně minerální složení vegetační vrstvy minimální tloušťky 3 cm;
- forma vegetace málo náchylná k hoření;
- distanční pás z masivní dlažby nebo hrubého šterku o šířce zpravidla > 50 cm v oblasti otvorů (světlíků, střešních oken) nebo vystupujících stěn s okny, jestliže výška parapetu je méně než 80 cm nad povrchem substrátu;
- vždy po 40 m 30 cm vysoká přepážka z nehořlavého materiálu nebo 1m široký pás z masivní dlažby nebo hrubého šterku, pokud není nutné vyvedení protipožárních stěn nad střechu.

Konkrétní parametry pro danou stavbu naleznete v příslušném výnosu spolkové země nebo si vyžádejte na stavebním úřadě.

6.10 Zajištění proti sjíždění a sesouvání

6.10.1 Druhy

U zajištění proti sesouvání rozlišujeme:

- konstrukční opatření;
- vegetačně technická opatření.

6.10.2 Požadavky

Poznámka:

Srovnání spádu v % a sklonu ve stupních naleznete v tabulce 1, str. 19.

Podle normy DIN 18531-3 musí být hydroizolace při sklonu větším než 3° náležitě fixována, např. přilepením.

Při sklonu střechy do 15° a maximální odtokové délce od hřebene k okapu menší než 15 m nejsou zpravidla nutná žádná konstrukční opatření proti sjíždění vrstev, za předpokladu prostorové stability vegetační vrstvy, pokud to nevyžaduje materiálové složení spodních vrstev a konstrukce okapní části.

Střechy se sklonem větším než 15° zpravidla vyžadují konstrukční zajištění proti sesuvu. U střech se sklonem větším než 30° nabývá na důležitosti vegetačně technická problematika. Je nutný

samostatný statický výpočet. Je třeba prokázat zatížení působící na konstrukční prvky zajištění proti sesuvu, oporu v okapní části a jiné prvky. Výrobce protiskluzových zábran musí poskytnout příslušný statický výpočet, resp. výpočtové hodnoty. Protiskluzové zábrany nesmí způsobovat napětí v hydroizolaci/kořenovzdorné fólii.

Všechny použité materiály musí být trvale odolné proti povětrnostním vlivům, musí vykazovat dostatečnou pevnost v tlaku i tahu.

Od sklonu 15° musí být ochrana proti sesuvu kombinovaná s ochranou proti erozi, např. použitím předpěstovaných vegetačních koberců, protierozní textilií, hydroosevem v kombinaci s lepidly.

Provádí-li se ozelenění výsadbou jednotlivých rostlin, je nutné zvýšit počet sazenic na m² oproti údajům v kapitole 12.2.. Při výběru vhodných rostlinných druhů je třeba dbát především na dosažení co možná nejrychlejšího celoplošného pokrytí.

Při velkém sklonu střechy a exponované poloze vůči větru a oslunění může střecha v suchých obdobích vyžadovat dodatečnou zálivku – viz kapitola 7.4.2.

6.10.3 Provedení

Jako konstrukční opatření proti sjíždění a sesouvání vrstev je možné použít speciální prostorové smyčkoviny pevně nakaširované na textilií, protiskluzové prahy, mřížoviny, nopové protiskluzové desky nebo textilie. Konstrukční opatření nesmí omezovat vývoj vegetace.

Laťové konstrukce z materiálu podléhajícího hnilobě (např. dřevo) jsou pouze dočasnou montážní pomůckou, nikoli trvalým zajištěním proti sesuvu.

Při použití geotextilií nebo kombinovaných materiálů je nutné prověřit pevnost materiálu v tahu a případně způsob ukotvení pro konkrétní případ zatížení. Přitom je třeba brát v úvahu i zatížení sněhem. U střech s pouze jednou šikmou plochou je nutné trvalé a bezvadné řešení ukotvení v hřebenové části nebo opření v okapní části střechy.

Jako vegetačně technické opatření k zajištění souvrství proti sesouvání je nutné vytvořit vegetační vrstvu se stabilní strukturou odolnou proti vodní erozi podle parametrů pro extenzivní zelené střechy s vícevrstvou skladbou a v případě velké odtokové délky ještě podpořit odtok vody dalšími drenážními opatřeními. Konkrétně to znamená použití sypanin s takovou zrnitostí strukturou, která umožňuje vzájemné zaklínění jednotlivých drobných a středně velkých zrn a vytvoření prostorově stabilní vrstvy, omezení podílu vyplavitelných součástí, aby nedocházelo ke změnám konzistence, a možnost dosáhnout v co nejkratší době kompletního prokořenění vegetací a celoplošného vegetačního pokryvu. Trvalé prokořenění vegetační vrstvy je třeba zajistit vhodnými opatřeními péče a údržby.

Ohledně ochrany proti erozi platí pokyny kapitoly 12.4 a 14. Preferovaným způsobem ozelenění je hydroosev nebo vegetační koberce.

6.11 Obrubníky, okrajové prvky

6.11.1 Druhy

Obrubníky a okrajové prvky mohou být tvořeny:

- vystupujícími stavebními konstrukcemi;
- konstrukcemi vytvořenými na místě, např. ze dřeva, ostře pálených cihel, monolitického betonu;
- prefabrikovanými prvky, např. z betonu, vláknitého cementu, dřeva, plastů, lehčeného betonu, kovu, kamene.

6.11.2 Požadavky

Obrubníky a okrajové prvky musí být stabilní. Na hydroizolaci a kořenovzdornou fólii nesmí vyvíjet žádný tlak. Je třeba zohlednit rozložení tlaku u bodového zatížení a pevnost tepelné izolace v tlaku.

6.11.3 Provedení

Instalace prvků zhotovených na místě nebo prefabrikovaných prvků se může provádět přímo na ochrannou a/nebo kluznou vrstvu nebo na průběžnou drenážní vrstvu. V případě chemické nekompatibility materiálů je nutná samostatná separační vrstva, pokud již tuto funkci neplní ochranná nebo kluzná vrstva.

Aby nedocházelo k vyplavování, je třeba prefabrikované prvky uložit do malty s přísadou plastifikátoru nebo do jemné drti. Přitom dodržujte pokyny dle kapitoly 6.4. V závislosti na uspořádání střešních vpustí a při společném odvodnění vegetačních a zpevněných ploch je třeba vynechat na spodní straně obrubníků prostupy pro vodu, pokud nejsou plochy odvodněny samostatně.

6.12 Pochozí povrchy

Poznámka:

Chodníky a komunikace pro vozidla s gumovými pneumatikami viz FLL – Doporučení pro navrhování a provádění provozních ploch na stavbách („Empfehlungen zu Planung und Bau von Verkehrsflächen auf Bauwerken“) – srovn. také kapitola 1.1.

6.12.1 Druhy

Pochozí povrchy mohou být zhotoveny jako:

- povrchy z betonu nebo přírodního kamene kladené do drti, dlažby ze zvonivek, betonových tvarovek nebo přírodního kamene;
- povrchy na podložkách, např. desky nebo dřevěné rošty

Povrch může být odvodněn:

- vyspádováním povrchu směrem ke střešní vpusti;
- spárami do drenážní vrstvy;
- spárami a mezi podložkami.

6.12.2 Požadavky

Povrchy musí být provedeny jako stabilní a bez napětí. Případným tlakem hran nesmí být ohrožena funkce hydroizolace střechy/kořenovzdorné fólie. U povrchů na podložkách je nutné odsouhlasit bodové zatížení na podklad.

Povrchy s malými spárami kladené do drti musí mít dostatečný povrchový spád.

Kvůli nebezpečí tvorby výkvětů, trhlin, zvedání mrazem a usazenin vodního kamene by se povrchy kladené do maltového lože měly používat pouze výjimečně – viz kapitola 6.4.

6.12.3 Provedení

Povrchy kladené do jemné drti se provádějí na filtrační vrstvu položenou na průběžné drenážní vrstvě nebo bezprostředně do materiálu s dostatečnou drenážní schopností.

V závislosti na konstrukci podložek a tlaku na podklad může být u povrchů na podložkách nutné vytvořit roznášecí vrstvu. Drenážní vrstvy z vegetačních ploch mohou být odvodněny do prostoru mezi podložkami.

Při zavlažování vegetačních ploch zadržením vodní hladiny je nutné oddělit vegetační plochy od velkoplošných zpevněných povrchů. Tloušťka drenážní vrstvy ze sypanin pod volně kladenými povrchy by měla být > 6 cm.

6.13 Prvky vybavení

6.13.1 Druhy

Prvky vybavení jsou např.:

- přístřešky;
- pergoly;
- svítidla;
- vodní nádrže.

Uspořádání a konstrukce prvků vybavení jsou předmětem samostatného návrhu, řešení detailů a konstrukčního, statického a stavebně fyzikálního posouzení.

6.13.2 Požadavky

Prvky vybavení musí být stabilní, v případě potřeby řádně ukotvené a zatížení musí být správně rozneseno. Zvláštní význam má uložení na konstrukci, při kterém nesmí docházet k napětí. Je třeba zohlednit působení bodového a/nebo plošného zatížení a rovněž zatížení větrem dle DIN 1055-4.

6.13.3 Provedení

Upevnění prvků vybavení může být provedeno:

- jako kotvení na střeše s rozložením zatížení prostřednictvím předem připravené konstrukce nebo
- vytvořením plošného nebo příhradového základu (viz kapitola 6.4).

Předem připravená konstrukce může být základ vyvýšený nad úroveň hydroizolace. Kromě statických požadavků je nutné dodržovat zásady pro prostupy hydroizolací (viz kapitola 6.6).

Dodatečně zhotovené konstrukce by měly být výjimkou. Nesmí přitom dojít k porušení hydroizolace/kořenovzdorné vrstvy ani tepelné izolace a parozábrany. Vytvoření plošného nebo příhradového základu vyžaduje položení kluzné a ochranné vrstvy na níže položené vrstvy střešního pláště. Dimenzování závisí na konkrétním prvku vybavení a jeho působení.

Dodatečnému provádění prostupů střechou k ukotvení stavebních konstrukcí určených pro využití střešní plochy je třeba pokud možno zabránit. Jestliže pevné konstrukce základů nejsou navrženy v projektu, je třeba prověřit, zda k ukotvení prvků vybavení, např. pergol, mříží, svítidel a laviček nelze využít plošné základové roznášecí desky nebo rastrové základy.

7 Požadavky na skladbu souvrství vegetačních ploch

7.1 Funkční vrstvy, základní pojmy

7.1.1 Funkční vrstvy

Rozlišujeme následující funkční vrstvy:

- Vegetační vrstva
- Filtrační vrstva
- Drenážní vrstva
- Ochranná vrstva
- Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů
- Separáčn1 vrstva
- Kluzná vrstva.

7.1.2 Základní pojmy

7.1.2.1 Vegetační vrstva

Vegetační vrstva (viz kapitola 10) je základní podmínkou pro růst rostlin a musí umožňovat intenzivní kořenění. K tomu jsou zapotřebí určité fyzikální, chemické a biologické vlastnosti. Vegetační vrstva musí mít stabilní strukturu, musí akumulovat prosakující vodu tak, aby ji rostliny mohly využít a pouze přebytečnou vodu odvádět. I při maximálním nasycení vodou musí vykazovat dostatečný obsah vzduchu, potřebný pro příslušnou formu vegetace.

7.1.2.2 Filtrační vrstva

Filtrační vrstva (viz kapitola 9) zabraňuje splavování jemných částic zemin a substrátů z vegetační vrstvy do drenážní vrstvy a brání tak snížení propustnosti drenážní vrstvy.

7.1.2.3 Drenážní vrstva

Drenážní vrstva (viz kapitola 8) akumuluje přebytečnou vodu v dutinách a pórech a zbytek odvádí ke střešním vpustím. Při vhodném materiálovém složení slouží zároveň k akumulaci vody, zvětšuje prostor pro kořenění a funguje jako ochrana níže položených vrstev střešního pláště.

7.1.2.4 Ochranná vrstva

Ochranná vrstva chrání hydroizolaci/kořenovzdornou vrstvu (viz kapitola 6.3). Při použití vhodného materiálu může současně tvořit vrstvu separáčn1.

7.1.2.5 Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů

Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů musí trvale chránit hydroizolaci před poškozením v důsledku vnikání nebo pronikání kořenů a oddenků rostlin (viz kapitola 6.2 a příloha 3).

7.1.2.6 Separáčn1 vrstva

Separáčn1 vrstva zajišťuje oddělení vrstev, které nejsou kompatibilní po chemické stránce.

7.1.2.7 Kluzná vrstva

Kluzná vrstva eliminuje nežádoucí přenos sil mezi sousedními materiály a snižuje třecí síly mezi dvěma vrstvami.

7.2 Skladba a mocnost souvrství

7.2.1 Skladba

Skladbu vegetačních ploch tvoří zpravidla několik funkčních vrstev z různého materiálu a různé konstrukce, uspořádaných v souladu s jejich funkcí a působením.

V závislosti na materiálovém složení mohou jednotlivé vrstvy plnit současně několik funkcí.

Rozlišujeme následující skladby souvrství:

- vícevrstvá skladba, tvořená oddělenou drenážní, filtrační a vegetační vrstvou nebo jen drenážní a vegetační vrstvou, která díky svému materiálovému složení plní i funkci filtrační;
- jednovrstvá skladba tvořená vegetační vrstvou, která současně plní i funkci drenážní a filtrační.

U všech skladeb je nutná ochrana proti prorůstání kořenů a dostatečná ochrana hydroizolace / kořenovzdorné vrstvy.

7.2.2 Mocnost souvrství

Mocnost souvrství závisí na:

- konstrukci střechy ;
- požadovaném způsobu ozelenění a formě vegetace;
- druhu použitých materiálů pro jednotlivé vrstvy.

V tab. 2 jsou uvedeny mocnosti souvrství pro různé typy zelených střech. Při dimenzování mocnosti souvrství je třeba zohlednit:

- nároky vegetace;
- vlastnosti použitých materiálů;
- sklon střechy;
- orientaci střešní plochy ke světovým stranám;
- regionální klimatické poměry;
- místní podmínky konkrétního objektu;
- specifické hmotnosti jednotlivých materiálů;
- požadovanou akumulaci vody.

Kromě toho je třeba při návrhu funkčních vrstev dbát na to, že

- při vyšší mocnosti vegetační vrstvy je třeba diferencovat obsah organického podílu (viz kapitola 10.1);
- jednovrstvé skladby ze sypanin by měly mít mocnost nejméně 8cm;
- při malých mocnostech souvrství je třeba dbát na dostatečný spád kvůli eliminaci přemokření (viz kapitola 5.3);

7.3 Retence vody

7.3.1 Všeobecně

Významným účinkem zelené střechy je redukce odtoku srážkové vody, akumulace zadržené vody pro potřebu rostlin a zpomalení odtoku přebytečné vody. Zelené střechy mají ekologický, vodohospodářský a ekonomický význam.

Tyto účinky charakterizujeme následujícími veličinami:

- maximální vodní kapacita;
- vodopropustnost;
- součinitel odtoku;
- zpomalení odtoku;
- součinitel ročního odtoku.

7.3.2 Maximální vodní kapacita

Maximální vodní kapacita slouží ke stanovení vododržné schopnosti látek použitých v souvrství při zhutnění. Maximální vodní kapacita udává obsah vody v látce, která byla nasycena vodou a ponechána dvě hodiny odkapat. Používá se k charakterizování vegetačně technických vlastností (viz kapitola 8.2.6 a 10.2.7).

7.3.3 Vodopropustnost

Vodopropustnost K_f mod. látek použitých v souvrství udává průtok vody v jednotkách délky a času při zhutněném a nasyceném stavu (viz kapitola 8.2.5 a 10.2.6).

7.3.4 Součinitel odtoku C

Norma DIN EN 12056-3 používá pojmy „součinitel odtoku C“ a „koeficient odtoku C“ jako synonyma. Do normy DIN 1986-100 byl převzat pouze pojem „Součinitel odtoku C“ (dříve se používal symbol „ Ψ “). Protože oba pojmy „Součinitel odtoku C“ a „Koeficient odtoku C“ vyjadřují totéž, bude nadále pro zjednodušení uváděn pouze pojem „Součinitel odtoku C“.

Součinitel odtoku C podle DIN EN 12056-3 a DIN 1986-100 vstupuje do výpočtu odtoku dešťové vody (l/s) jako bezrozměrný parametr.

Při dimenzování odvodnění střech se pro zelené střechy používá součinitel odtoku C stanovený jako poměr množství odtoklé vody ke srážkovému úhrnu během jednoho časového bloku deště dané intenzity (viz kapitola 5.8).

Pro zelené střechy lze použít jako orientační hodnoty součinitele odtoku C v závislosti na mocnosti souvrství ze sypanin a v závislosti na sklonu střechy následující hodnoty, přičemž v případě použití drenážních vrstev s vysokou drenážní kapacitou se skutečná hodnota součinitele odtoku může lišit a často může být výrazně vyšší:

Sklon střechy do 5°

Sklon střechy větší než 5°

• pro souvrství tl. > 50 cm	C = 0,1	--
• pro souvrství tl. > 25 - 50 cm	C = 0,2	--
• pro souvrství tl. >15 - 25 cm	C = 0,3	--
• pro souvrství tl. >10 - 15 cm	C = 0,4	C = 0,5
• pro souvrství tl. > 6 - 10 cm	C = 0,5	C = 0,6
• pro souvrství tl. >4 - 6 cm	C = 0,6	C = 0,7
• pro souvrství tl. > 2 - 4 cm	C = 0,7	C = 0,8

Hodnota součinitele odtoku pro štěrkové plochy $C = 0,5$ uváděná v DIN 1986-100 je příliš nízká. Na základě rozsáhlých zkoušek bylo zjištěno, že pro štěrkové plochy je reálná hodnota součinitele odtoku $C = 0,8$.

Zkouškami lze prokázat specifické hodnoty pro různá stanoviště a/nebo různé produkty. V závislosti na místních srážkových úhrnech mohou být hodnoty součinitele odtoku vyšší nebo nižší.

Součinitele odtoku stanovené metodou popsanou v příloze (viz příloha k příloze 2, odstavec 5) se zjišťují na plochách bez vegetace a platí pro příslušnou skladbu při 15minutovém návrhovém dešti o intenzitě $r_{(15)} = 300 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ po předchozím nasycení a 24hodinovém odkapání. Vegetace a prokořenění mají na odtok vody další zpomalující účinek, což se zohledňuje hodnotou 0,05, která se odečte od výsledku. U konstrukcí, které se lze ozelenit pouze plošně předpěstovanou vegetací, např. vegetačními koberci již při realizaci, tento zápočet odpadá.

Hodnoty stanovené postupem podle přílohy k příloze 2, odstavec 5 o "Stanovení součinitele odtoku C" slouží především pro dimenzování potrubí dešťové kanalizace dle DIN 1986-100.

Jako alternativu k výše uvedeným postupům je možné zjistit konkrétní hodnoty stanoviště nebo produktu na základě běžných vodohospodářských simulačních metod. Hodnoty získané simulací kromě toho umožňují výpočet kanalizační sítě v posuzované vodohospodářské oblasti.

7.3.5 Roční retence vody

Procentuální retence vody jako vlastní retence se stanoví jako rozdíl celkového množství srážek a množství odtoké vody v průměru za rok. Obrácená hodnota potom podle DIN 4045 udává roční součinitel odtoku Ψ_a , jako poměr celkového odtoku za rok a celkového množství srážek za rok. V sazebnících poplatků za stočné pro oddílnou kanalizaci bývá tato hodnota uváděna také jako koeficient zpevněných ploch.

Celkové množství zadržené vody za rok závisí jak na konstrukci, tak i na mocnosti souvrství. Je třeba zohlednit specifickou akumulaci schopnost jednotlivých materiálů na jedné straně a jejich vodopropustnost na straně druhé. Rozdíly mezi tloušťkami souvrství a skladbami se výrazněji projevují v letních podmínkách; v chladných obdobích je jejich působení vyrovnanější a v zimě téměř stejné. Ačkoli podíl srážek spadlých v letním období je vyšší, je značně vyšší i podíl zadržené vody, zatímco v zimě při menším podílu srážek, nižším podílu evaporace (vypařování) ze souvrství a minimálním podílu transpirace (dýchání) rostlin je odtok největší.

V tab. 3 jsou uvedeny orientační hodnoty roční retence vody v procentech. S ohledem na sazebníky stočného pro oddílnou kanalizaci je zároveň uveden roční součinitel odtoku/koeficient zpevněných ploch.

Tab. 3: Orientační hodnoty pro roční retenci vody v procentech a roční součinitel odtoku pro zelené střechy v závislosti na mocnosti souvrství ze sypanin¹⁾

Druh zelené střechy	Mocnost souvrství v cm	Průměrné množství zadržené vody za rok v %	Roční součinitel odtoku Ψ_a /Součinitel zpevněných ploch
Extenzivní	2-4	40	0,60
	>4-6	45	0,55
	>6-10	50	0,50
	> 10-15	55	0,45
	> 15-20	60	0,40
Intenzivní	15-25	60	0,40
	> 25 – 50	70	0,30
	>50	>90	0,10

¹⁾ Údaje se vztahují na lokality s ročním úhrnem srážek 650-800 mm při několikaletém měření. V regionech s menšími srážkovými úhrny je retence vody vyšší a v regionech s vyššími srážkovými úhrny zase nižší.

7.4 Shromažďování vody a doplňkové zavlažování

7.4.1 Shromažďování vody

Vývoj vegetace na zelených střechách je ovlivněn nebo omezen především dodávkou vody. Je-li nutné ze statických nebo ekonomických důvodů zachovat co nejmenší mocnost souvrství, je vodoakumulační schopnost a prostor podstatně menší.

K akumulaci vody může docházet v různých vrstvách a různým způsobem. Podle konstrukce a uspořádání jednotlivých vrstev rozlišujeme následující způsoby akumulace vody:

- ve vegetační vrstvě použitím vododržných materiálů v substrátech a případně ve vodoakumulačních deskách, foliích nebo rohožích;
- ve vegetační vrstvě a navíc i v drenážní vrstvě použitím sypanin s odstupňovanou zrnitostní strukturou a s otevřenými póry a prefabrikovaných drenážních vododržných desek;
- ve vegetační vrstvě a navíc i v drenážní vrstvě prostřednictvím zadržení hladiny vody v drenážní vrstvě ze sypanin nebo pod speciálními drenážními deskami, nebo dílčím zadržením hladiny vody v drenážních profilovaných deskách
- a případně navíc ve vodoakumulačních ochranných vrstvách a textiliích.

Současné vytvoření zásobárny vody v materiálech vegetační vrstvy a drenážní vrstvy lze použít u všech druhů zelených střech. Celé souvrství tvoří prostor, do kterého mohou rostliny intenzivně kořenit a lze ho využít pro akumulaci vody.

U intenzivních zelených střech je účelné kombinovat akumulaci vody ve vegetační vrstvě s celoplošným zadržením zvýšené hladiny vody v drenážní vrstvě.

U jednoduchých intenzivních zelených střech s malou mocností má zadržení vodní hladiny v drenážní vrstvě smysl jen tehdy, probíhá-li v suchých obdobích ještě dodatečné zavlažování.

U extenzivních zelených střech je zavlažování zadržením vodní hladiny nevhodné z hlediska fyziologie použitých rostlin (viz také kapitola 5.3).

7.4.2 Doplnkové zavlažování

Základem vodního režimu zelených střech je maximální využití volně disponibilní a bezplatné srážkové vody a její navrácení do přirozeného koloběhu a minimalizace potřeby doplňkového zavlažování. U intenzivních zelených střech bývá většinou pravidelné doplňkové zavlažování nutné, u extenzivních zelených střech bývá zapotřebí pouze ve fázi dokončovací. U střech s větším sklonem je třeba pamatovat na možnost doplňkového zavlažování, aby v období dlouhodobého sucha nedošlo k úhynu vegetace v některých místech, která by se pak mohla stát zárodkem eroze.

Doplňkové zavlažování lze provádět:

- hadicí;
- hadicí s postřikovačem;
- rozprašovačem;
- kapkovací hadicí;
- skrápěcím zařízením;
- automaticky s udržováním zvýšené vodní hladiny.

Zavlažování pomocí postřikovačů, rozprašovačů, kropicích nebo kapkovacích hadic lze provádět ručně nebo prostřednictvím spínacích hodin. Oblasti rohů a okrajů, kam postřik nedosáhne a rovněž dílčí oblasti které mají nedostatečný přísun vody díky srážkovému stínu (v důsledku zastřešení, odchýlení směru postřiku, odnášení větrem), je nutné zavlažovat dodatečně pomocí hadice.

Zavlažování pomocí nainstalovaných povrchových nebo podpovrchových zavlažovacích zařízení může probíhat manuálně, pomocí spínacích hodin nebo může být řízeno plně automaticky. Rozvody musí být odolné proti korozi a mrazu, resp. musí být umožněno kompletní vypuštění, aby nedošlo k poškození mrazem.

Přítok vody pro zavlažování prostřednictvím zadržené vodní hladiny může být řízený poloautomaticky nebo zcela automaticky. Srážková voda se přitom akumuluje v drenážní vrstvě a její množství je závislé na druhu a mocnosti drenážní vrstvy. Aby se vyloučilo promáčení vegetační vrstvy, je třeba, aby hladina vody sahala maximálně 2 cm pod úroveň filtrační textilie, případně níže; provedení závisí na druhu použitého druhu materiálu. Během vegetačního klidu v zimním období je třeba vodní hladinu snížit pomocí regulátoru ve střešní vpusti nebo zcela vypustit.

8 Drenážní vrstva

8.1 Skupiny a druhy materiálů

Ke zhotovení drenážních vrstev se používají následující skupiny a druhy materiálů:

- sypké hmoty
 - štěrk, drť;
 - láva, pemza;
 - drcený a nedrcený keramzit;
 - drcená a nedrcená pálená břidlice;
- recyklované sypaniny;
 - drcená cihla;
 - průmyslová struska;
 - pěnosklo;
- drenážní rohože a panely
 - strukturované textilie;
 - plastové nopové fólie;
 - smyčkové rohože;
 - desky z pěnových materiálů;
- drenážní desky;
 - kaučukové nopové desky;
 - tvarované desky z tvrzeného plastu;
 - tvarované desky z pěnových plastů;
- drenážní a substrátové rohože;
 - desky z modifikovaných pěnových hmot.

Výběr materiálu a dimenzování vrstvy závisí na stavebně technických poměrech, požadavcích na cílovou vegetaci a případně na dalších potřebných doplňkových funkcích.

Mají-li jednotlivé produkty, např. drenážní desky, oficiálně stanovenou a definovanou hodnotu tepelného odporu, je možné započítat jejich působení do celkového tepelného odporu stavební konstrukce.

Stavebně technické požadavky se vztahují na:

- drenážní funkci;
- zatížení;
- ochrannou funkci;

Požadavky na cílovou vegetaci se vztahují na:

- zamezení trvalého promáčení;
- vytvoření zásoby vody prostřednictvím akumulace nebo zadržování;

- zvětšení prostoru pro kořenění rostlin;
- požadovaný způsob ozelenění a formu vegetace.

8.2 Požadavky

V závislosti na skupině materiálu je u drenážní vrstvy třeba zohlednit následující vlastnosti:

- Požadavky na materiál (viz kapitola 5.10);
- Nezávadnost pro životní prostředí (viz kapitola 5.11);
- Neškodnost pro rostliny / fytotoxikologická nezávadnost (viz kapitola 5.12);
- Požární vlastnosti (viz kapitola 6.9);
- Zrnitostní struktura (viz kapitola 8.2.1);
- Odolnost proti povětrnostním vlivům (viz kapitola 8.2.2);
- Stabilita struktury a vrstvy (viz kapitola 8.2.3);
- Sléhavost (viz kapitola 8.2.4);
- Propustnost pro vodu (viz kapitola 8.2.5);
- Vodoakumulační schopnost / maximální nasycení (viz kapitola 8.2.6);
- Hodnota pH (viz kapitola 8.2.7);
- Obsah solí (viz kapitola 8.2.9);

Požadavky na sypaniny pro drenážní vrstvy se zpravidla vztahují na stav po definovaném laboratorním zhutnění.

Vhodnost různých materiálů se posuzuje podle konkrétních podmínek místa a objektu.

Způsob a rozsah zkoušek vhodnosti a kontrolních zkoušek pro běžné případy je uveden v kapitole 16. Zkušební metody viz příloha 2.

Jako pomůcka pro provádění zkoušek je v tabulce 9 v kapitole 16 uveden souhrn důležitých vegetačně technických požadavků na sypaniny pro drenážní vrstvy.

8.2.1 Zrnitostní složení

Podíl částic o průměru $d < 0,063$ mm smí v sypaninách činit maximálně 10 % hmotnosti.

Zrnitostní struktura se řídí podle mocnosti souvrství a měla by se pohybovat v následujícím rozsahu:

- při mocnosti vrstvy 4-10 cm mezi 2/8 mm a 2/12 mm;
- při mocnosti vrstvy 10-20 cm mezi 4/8 mm a 8/16 mm;
- při mocnosti vrstvy >20 cm mezi 4/8 mm a 16/32 mm.

8.2.2 Odolnost proti povětrnostním vlivům

Za odolnost materiálů proti povětrnostním vlivům ručí výrobce substrátu. Požadavky na odolnost plniv do betonu nebo stavebních hmot z přírodního kamene proti mrazu se vztahují na staticky a/nebo dynamicky namáhané prvky a konstrukce. Pro posuzování vegetačně technických požadavků materiálů pro zelené střechy lze tyto požadavky použít pouze v omezené míře.

Je třeba dbát na údaje výrobce o odolnosti drenážních rohoží, fólií a panelů z plastů proti působení mrazu.

8.2.3 Stabilita struktury a vrstvy

Materiály musí vykazovat dostatečně stabilní strukturu, stabilitu tvaru a prostorovou stabilitu vrstvy při provádění i v dalším období. Nesmí vykazovat výraznější sedání v důsledku vlastní tíhy souvrství, vlivem vody nebo v důsledku zatížení při údržbě a provozu.

Drenážní fólie a panely z plastů musí být odolné proti látkám a mikroorganismům vyskytujícím se v souvrství a po předpokládanou užitnou dobu musí být odolné proti hnilobě. Je nutné dodržovat pokyny výrobce.

Pro prostorovou stabilitu vrstvy je u sypanin rozhodující tvar zrna. Pro drenážní vrstvy o mocnosti mezi 4 a 10cm je proto nutné používat drčené materiály a při mocnostech >10cm je to doporučeno.

8.2.4 Stlačení

Stlačení drenážních fólií a drenážních panelů z plastů v důsledku zatížení dalšími vrstvami a provozem nesmí negativně ovlivnit jejich funkčnost (např. propustnost pro vodu). Více o stlačení substrátových panelů (viz kapitola 10.2.5);

8.2.5 Vodopropustnost

Materiály musí vykazovat vysokou propustnost pro vodu, aby byl zajištěn plynulý odtok přebytečné vody do střešních vpustí.

Vertikální propustnost sypanin, stanovená jako míra infiltrace vody K_f mod. metodou uvedenou v příloze 2 v kapitole „Zkušební postupy“ by u drenážních vrstev měla činit K_f mod. > 0,3 cm/s = 180 mm/min. U dílčích odvodňovaných ploch do 400 m², funkčním spádem alespoň 2% a maximální odtokové vzdálenosti 15m ke střešní vpusti poskytují dostatečný drenážní výkon drenážní vrstvy ze sypanin o minimální mocnosti 4cm. Pro odlišné plochy je nutné individuální posouzení.

U zelených střech s menší mocností souvrství je třeba dbát na to, že při ojedinělých přívalových srážkách může docházet i k částečnému odtoku vody po povrchu, který není na závadu, pokud nezpůsobuje erozi povrchové vrstvy.

Výkon drenážní vrstvy se stanoví takto:

$$q' = \frac{A \times C \times q}{b} \quad v \quad l / (sxm)$$

Význam:

q' = odtok v l/(sxm) v drenážní vrstvě

A = odvodňovaná plocha v m²

C = součinitel odtoku (viz kapitola 7.3.4)

q = návrhový déšť l/(s x m²)

podle normy DIN EN 12056-3, DIN 1986-100 nebo místních údajů b = výpočtová odtoková šířka v m

Drenážní schopnost materiálu drenážní vrstvy v závislosti na sklonu a mocnosti vrstvy udává výrobce hodnotou odtoku v l/(sxm).

U drenážních vrstev s možným výskytem deformací je pro stanovení odtoku nutné uvádět mocnost a součinitel propustnosti, které budou k dispozici s ohledem na předpokládanou deformaci v důsledku zatížení po dobu 50 let. Tyto hodnoty je třeba uvádět v závislosti na zatížení tlakem. U minerálních sypanin je třeba zohlednit případný rozpad zrna v důsledku působení mechanických, fyzikálních nebo chemických vlivů.

8.2.6 Vododržná schopnost / maximální vodní kapacita

U drenážních vrstev ze sypanin je z vegetačně technických důvodů žádoucí používat porézní nasákové minerální materiály s otevřenými póry, zvláště je-li požadována vyšší vododržná schopnost.

U skladeb s trvalou akumulací vody se používají sypaniny nebo tvarově stálé prvky s velkým objemem pórů a dutin. Konstrukce a materiály musí umožňovat kapilaritu. Aby nedošlo k přemokření vegetační vrstvy a bylo zaručeno bezvadné odvádění přebytečné vody, je nutné, aby nad maximální hladinou zadržené vody byl ještě dostatečný volně prostupný prostor.

8.2.7 Hodnota pH

U drenážních vrstev ze sypanin je třeba dodržet příslušnou hodnotu pH odpovídající nárokům vegetace a vlastnostem vegetační vrstvy. Je tedy žádoucí, aby drenážní vrstva měla přibližně stejnou hodnotu pH jako vrstva vegetační a aby se od této hodnoty nelišila o více než 1,5 jednotky (viz kapitola 10.2.9).

Doporučená hodnota pH pro intenzivní a extenzivní zelené střechy je mezi 6,0 a 8,5.

U forem vegetace vyžadujících kyselé půdní poměry, např. rašeliništních nebo bahenních rostlin je třeba předem stanovit potřebně nízkou hodnotu pH.

8.2.8 Obsah uhličitánů

Obsah uhličitánů v drenážní a vegetační vrstvě již není kritériem pro jejich posuzování (viz kapitola 6.4).

Použití recyklované betonové drti nebo vápencového štěrku pro drenážní vrstvy je nepřípustné (viz kapitola 6.4).

8.2.9 Obsah solí

U sypanin a drenážních a substrátových rohoží nesmí být z důvodu fyziologie rostlin překročena hodnota maximálního obsahu rozpustných solí ve vodním extraktu:

- pro intenzivní zelené střechy 2,5 g/l,
- pro extenzivní zelené střechy 3,5 g/l,

Je-li při zkoušce překročena mezní hodnota obsahu solí ve vodním extraktu, provádí se doplňková zkouška obsahu solí v extraktu s nasyceným roztokem sádrovce, při které by neměly být překročeny tyto hodnoty:

- pro intenzivní zelené střechy 1,5 g/l,
- pro extenzivní zelené střechy 2,5 g/l,

S ohledem na možné zatížení životního prostředí v důsledku vyplavování solí je třeba nezávisle na způsobu ozelenění usilovat o pokud možno nízký obsah solí.

8.3 Pokládka

Materiály se pokládají plošně v rovině, s ohledem na sklon střechy, případné nerovnosti a specifické požadavky na povrchovou vrstvu. Odchylka od roviny by na měřeném úseku o délce 4m neměla překročit tyto hodnoty:

- | | | |
|---------------------|------------|-------|
| • Mocnost vrstvy do | 10cm | 1,0cm |
| • Mocnost vrstvy | > 10-20 cm | 1,5cm |
| • Mocnost vrstvy | >20cm | 2,0cm |

Stanovená minimální tloušťka vrstvy musí být dodržena ve všech bodech plochy. Položením dalších vrstev souvrství nesmí být narušena funkce drenážní vrstvy.

Při použití drenážních rohoží a panelů závisí rovinnost na druhu a rozsahu nerovností střešní plochy. Při sklonu střechy $< 2 \%$ je třeba případné nerovnosti vyrovnat vhodnými opatřeními, např. vyšší drenážní vrstvou.

Drenážní rohože a panely se pokládají tak, aby sypaniny nemohly vniknout pod ně, tj. do spodnějších vrstev.

U sypanin s ostrohranným zrnem a špičatým tvarem zrna a u drenážních panelů z tvrdého plastu a hranami může docházet k většímu mechanickému namáhání hydroizolace/kořenovzdorné fólie, což vyžaduje odpovídající ochrannou vrstvu (viz kapitola 6.3).

9 Filtrační vrstva

9.1 Skupiny a druhy materiálů

K vytvoření filtrační vrstvy se u zelených střech používají geotextilie ve formě rouna, netkaných nebo tkaných textilií. Filtrační vrstva se pokládá na drenážní vrstvu buď samostatně, nebo může být součástí hotových drenážních fólií nebo panelů.

Rouna jsou tvořena vlákny libovolné délky kladenými v určitém směru nebo chaoticky. Jsou zpevněna mechanicky nebo termicky nebo kombinací obou metod.

Rouna musí být testována detektorem, aby byl vyloučen možný výskyt zalomených jehel a špendlíků.

9.2 Požadavky

Podle Věstníku FGSV o používání geosyntetik v zemním a silničním stavitelství („Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“) musí být dodrženy následující vlastnosti:

- Nezávadnost pro životní prostředí (viz kapitola 5.11);
- Neškodnost pro rostliny / fytotoxikologická nezávadnost (viz kapitola 5.12);
- Požární vlastnosti (viz kapitola 6.9);
- Plošná hmotnost (viz kapitola 9.2.1);
- Odolnost proti mechanickému namáhání (viz kapitola 9.2.2);
- Mechanická filtrační schopnost / velikost otvorů (viz kapitola 9.2.3);
- Prorůstavost pro kořeny rostlin (viz kapitola 9.2.4);
- Odolnost proti povětrnostním vlivům (viz kapitola 9.2.5);
- Odolnost proti mikroorganizmům (viz kapitola 9.2.6);
- Odolnost proti chemickým vlivům (viz kapitola 9.2.7);
- Pevnost v tahu, průtažnost, součinitel tření (viz kapitola 9.2.8).

9.2.1 Plošná hmotnost

Plošná hmotnost má činit minimálně 100 g/m². U vegetačních vrstev o mocnosti do 25cm se zpravidla pohybuje mezi 100 - 200 g/m². Při větší mocnosti vegetační vrstvy a větším sklonu střechy může být v souvislosti s nároky na odolnost proti protržení, resp. na pevnost v tahu a průtažnost a v závislosti na materiálu a struktuře požadována vyšší plošná hmotnost.

9.2.2 Odolnost proti mechanickému namáhání

Neočekává-li se výrazné mechanické namáhání během stavby, např. pojezdem stavebních strojů, nebo následné namáhání, dostačuje u rouna zpravidla třída pevnosti (něm. GRK) 1 s odolností proti proražení jehlanem > 0,5 kN.

9.2.3 Mechanická filtrační schopnost / velikost otvorů

Mechanická filtrační schopnost rouna je charakterizována podle Věstníku FGSV o používání geosyntetik v zemním a silničním stavitelství („Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“) účinnou velikostí otvorů O₉₀: „Účinná velikost otvorů O₉₀ označuje

průměr zrn referenční zeminy, která jsou z 90% geotextilií zachycena a z 10% prostoupí skrze geotextilii".

Pro zelené střechy v závislosti na mocnosti a složení vegetační vrstvy (viz tabulka 2 a kapitola 10.2.1) jsou zpravidla dostačující rouna s účinnou velikostí otvorů od $0,06 \text{ mm} < O_{90} < 0,2 \text{ mm}$.

9.2.4 Prorůstavost pro kořeny rostlin

Rouna / tkaniny musí být prorůstavé pro kořeny rostlin. Prorůstání drenážní vrstvy nesmí být především u extenzivních zelených střech omezeno, neboť při celkově malé mocnosti souvrství tvoří drenážní vrstva významný prostor pro kořenění rostlin.

9.2.5 Odolnost proti povětrnostním vlivům

Podle Věstníku FGSV o používání geosyntetik v zemním a silničním stavitelství („Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“) nejsou volně ležící rouna / tkaniny odolné proti povětrnostním vlivům. Dodržujte pokyny výrobce ohledně maximální přípustné doby vystavení povětrnostním vlivům.

9.2.6 Odolnost proti mikroorganizmům

Podle Věstníku FGSV o používání geosyntetik v zemním a silničním stavitelství („Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues“) je nutné prověřit odolnost proti mikrobiologickému působení podle DIN EN 12225 při uložení v humusu.

9.2.7 Odolnost proti chemickým vlivům

Odolnost prokazuje výrobce. Zpravidla se prokazuje trvanlivost produktu po dobu předpokládané užitné doby.

9.2.8 Pevnost v tahu, průtažnost a součinitel tření

Požadavky na tyto vlastnosti je v některých specifických případech, např. u střech s velkým sklonem nutné definovat a prokázat individuálně.

9.3 Pokládka

Rouna / textilie tvořící filtrační vrstvu se musí pokládat s přesahem jednotlivých pásů alespoň 10cm. U okrajů je nutné vyvést textilii nahoru, až těsně pod povrch vegetační vrstvy, ale tak, aby nebyla vidět a nebyla vystavena klimatickým vlivům.

Při pokládce je třeba rouno / textilii ihned po položení zasypat vegetačním substrátem. Není-li to možné, měla by být doba, po kterou je materiál vystaven klimatickému působení, co nejkratší a neměla by se pokud možno blížit maximu udávanému výrobcem.

Volně položená rouna / textilie je nutné zajistit proti větru.

Drenážní panely s nakaširovanou textilií, přiložené k okrajům střechy nebo k vystupujícím konstrukcím, je nutné trvale chránit před působením povětrnostních vlivů.

Je-li navrženo zavlažování pomocí akumulace vody v drenážní vrstvě, nesmí při provádění dojít na žádném místě ke zmenšení volného prostoru v drenážní vrstvě pro odtok vody. Filtrační vrstva nesmí být v případě maximálního stavu naakumulované vody v kontaktu s vodní hladinou.

10 Vegetační vrstva

10.1 Skupiny a druhy materiálů

Při tvorbě vegetační vrstvy rozlišujeme v závislosti na látkovém složení a způsobu výroby a také ve spojení se způsobem ozelenění a formami vegetace mezi následujícími skupinami a druhy látek pro vegetační substráty:

- sypké hmoty
 - vylepšená ornice a/nebo podorniční půda
 - minerální sypké hmoty
 - s nebo bez organických součástí;
 - se strukturou otevřených nebo uzavřených pórů
- substrátové panely
 - z modifikovaných pěnových materiálů
 - z minerálních vláken
- vodoakumulační vrstvy
 - z textilií
 - z rohoží
 - z desek/panelů
- Vegetační rohože
 - s minerální/organickou směsí sypkých hmot
 - s trvalou nebo vytlívající vložkou;
 - s nosnou, staticky spolupůsobící vložkou

Výběr materiálů a dimenzování vrstvy závisí především na stavebně technických požadavcích a požadavcích na cílovou vegetaci.

Stavebně technické požadavky se vztahují na:

- drenážní funkci;
- zatížení;
- ochrannou funkci;

Požadavky na cílovou vegetaci se vztahují na:

- nároky na vzhled a formu cílové vegetace
- trvalé zajištění všech funkcí;
- omezení nároků na údržbu v době vývoje vegetace a na průběžnou údržbu

V případě použití vegetační vrstvy tvořené substráty nebo zeminou podle jiných než zde uvedených požadavků (např. pro zemědělství, zemní práce, sportoviště nebo interiérové výsadby – viz kapitola 1.1.) může být zapotřebí vložení mezivrstvy s odstupňovanou zrnitostní strukturou, resp. jiné opatření, aby nedocházelo k přemokření v důsledku porušení kapilarity.

Při mocnosti vegetační vrstvy cca 35 cm a více je nutné snížit obsah organických součástí kvůli sedání, promáčení a zahnívání, nebo použít pod vrstvou svrchního substrátu spodní substrát s nízkým obsahem organických součástí a menší vodní kapacitou.

Při použití jednovrstvé skladby pro intenzivní zelené střechy je třeba dbát na menší schopnost substrátů vázat vodu a živiny. Je třeba použít buď rostliny s menšími nároky na vodu a živiny nebo požadavky náročnějších rostlin vyrovnat zvýšenou péčí a údržbou.

U extrémně tenkovrstvých skladeb mohou vegetační vrstvu tvořit přímo samotné vegetační koberce. Pokládají-li se na vrstvu substrátu, jsou klasifikovány jako způsob ozelenění (viz kapitola 12.1).

Substráty pro vegetační koberce odpovídají skupině minerálních sypkých hmot s nízkým podílem organických součástí. Od substrátových směsí instalovaných ve vrstvě se liší látkovým složením a zrnitostí strukturou.

10.2 Požadavky

V závislosti na způsobu ozelenění a příslušné skupiny materiálu je třeba u vegetační vrstvy zohlednit následující vlastnosti:

- Nezávadnost pro životní prostředí (viz kapitola 5.11);
- Neškodnost pro rostliny / fyto toxikologická nezávadnost (viz kapitola 5.12);
- Požární vlastnosti (viz kapitola 6.9);
- Zrnitostní struktura (viz kapitola 10.2.1);
- Obsah organických součástí (viz kapitola 10.2.2);
- Odolnost proti povětrnostním vlivům (viz kapitola 10.2.3);
- Stabilní struktura a nesléhavost zemin a sypkých hmot (viz kapitola 10.2.4);
- Stlačení substrátových panelů (viz kapitola 10.2.5);
- Propustnost pro vodu (viz kapitola 10.2.6);
- Vodoakumulační schopnost / maximální nasycení (viz kapitola 10.2.7);
- Obsah vzduchu (viz kapitola 10.2.8);
- Hodnota pH (viz kapitola 10.2.9);
- Obsah solí (viz kapitola 10.2.10);
- Obsah živin (viz kapitola 10.2.11);
- Adsorpční kapacita (viz kapitola 10.2.12);
- Obsah klíčivých semen / regenerujících částí rostlin (viz kapitola 10.2.13);
- Podíl cizorodých látek (viz kapitola 10.2.14).

Celkový obsah vzduchových pórů není charakteristická veličina, ale používá se ke stanovení obsahu vzduchu při maximálním nasycení vodou a při pH 1,8.

Množství vody, kterou mají rostliny k dispozici, lze přibližně zjistit z maximálního nasycení mínus cca. 10-15 objem.% vody vázané v jemných pórech při pH > 4,2.

Požadavky na vegetační substráty se zpravidla vztahují na stav při definovaném laboratorním zhutnění.

Způsob a rozsah zkoušek vhodnosti a kontrolních zkoušek pro běžné případy je uveden v kapitole 16. Zkušební metody viz příloha 2.

Tabulky 10 – 12 v kapitole 16 jsou pomocným návodem ke zkouškám a obsahují seznam nejdůležitějších požadavků na vegetačně technické vlastnosti vegetačních substrátů, členěný podle způsobů ozelenění a konstrukce souvrství.

Označení substrátů pro různé druhy zelených střech

Vzhledem k nárůstu využití jednovrstvé skladby souvrství i u intenzivních zelených střech bylo nutné zahrnout do směrnice i tuto skladbu. Pro lepší vymezení a zdůraznění rozdílů kvality substrátů pro vícevrstvé a jednovrstvé skladby je u požadavků na substráty použito následující rozdělení a porovnání s předchozím dělením:

Označení v tomto vydání: Substráty	Označení ve vydání 2002: Substráty
pro intenzivní zeleň	pro intenzivní zeleň (s vícevrstvou skladbou)
pro extenzivní zeleň	pro extenzivní zeleň s vícevrstvou skladbou
pro jednovrstvé skladby – intenzivní zeleň (nově) – extenzivní zeleň	- pro extenzivní zeleň s jednovrstvou skladbou

10.2.1 Zrnitostní složení

Obsah vyplavitelných částic ($d < 0,063$ mm) ve vegetačních substrátech po položení nemá překračovat tyto hodnoty:

- u intenzivních zelených střech 20 % hmotnosti;
- u extenzivních zelených střech 15 % hmotnosti;
- u jednovrstvých skladeb intenzivní a extenzivní zeleň 10 % hmotnosti.

Nejhrubší frakce by na plochých zelených střechách v závislosti na mocnosti vegetační vrstvy neměla překročit tyto hodnoty:

- $d = 12$ mm při mocnosti vrstvy do 10 cm ,
- $d = 16$ mm při mocnosti vrstvy nad 10 cm.

Pomůckou pro volbu správného zrnitostního složení jsou vyobrazené grafy granulometrického spektra

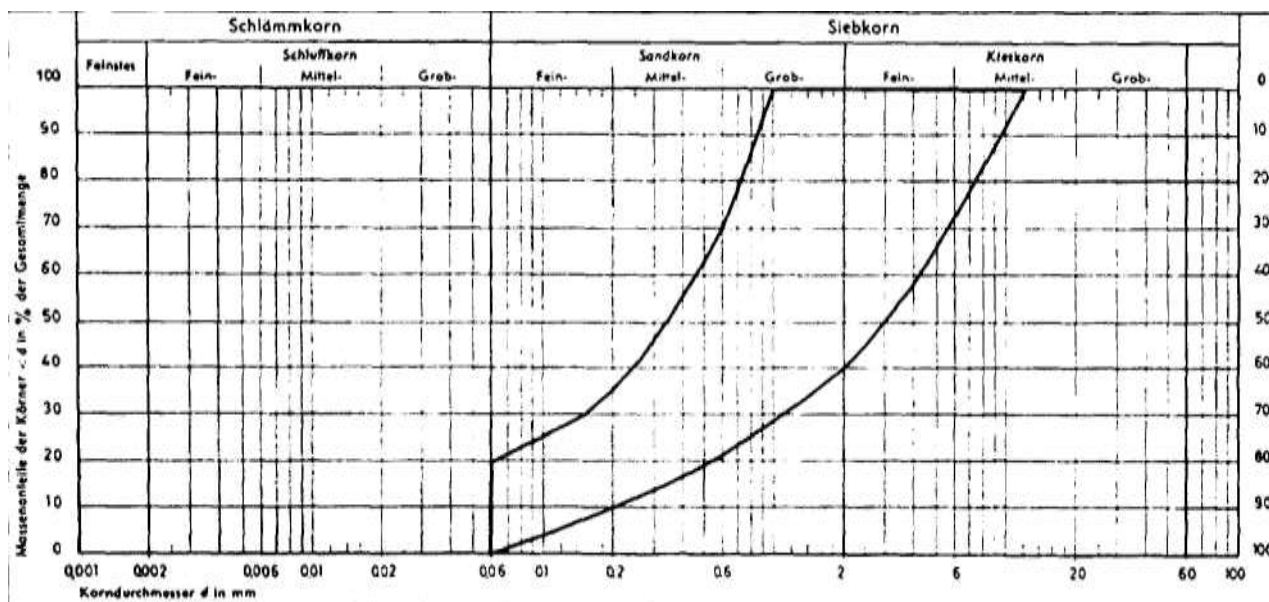
- pro intenzivní zelené střechy viz obr. 1;
- pro extenzivní zelené střechy viz obr. 2;
- pro jednovrstvé skladby intenzivní a extenzivní zeleň viz obr. 3;

Příslušné souřadnice jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4: Souřadnice granulometrického složení vegetačních substrátů

Velikost zrna v mm	Souřadnice mezních křivek					
	Intenzivní substráty		Extenzivní substráty		Jednovrstvé intenzivní a extenzivní substráty	
	levá mezní křivka	pravá mezní křivka	levá mezní křivka	pravá mezní křivka	levá mezní křivka	pravá mezní křivka
0,06	20	0	15	-	10	-
0,2	36	10	30	-	15	-
0,6	70	21	50	0	25	-
1,0	100	28	62	11	33	-
2,0	-	40	80	30	50	0
4,0	-	58	100	50	80	25
6,0	-	72	-	63	100	43
10,0	-	92	-	81	-	69
12,0	-	100	-	88	-	80

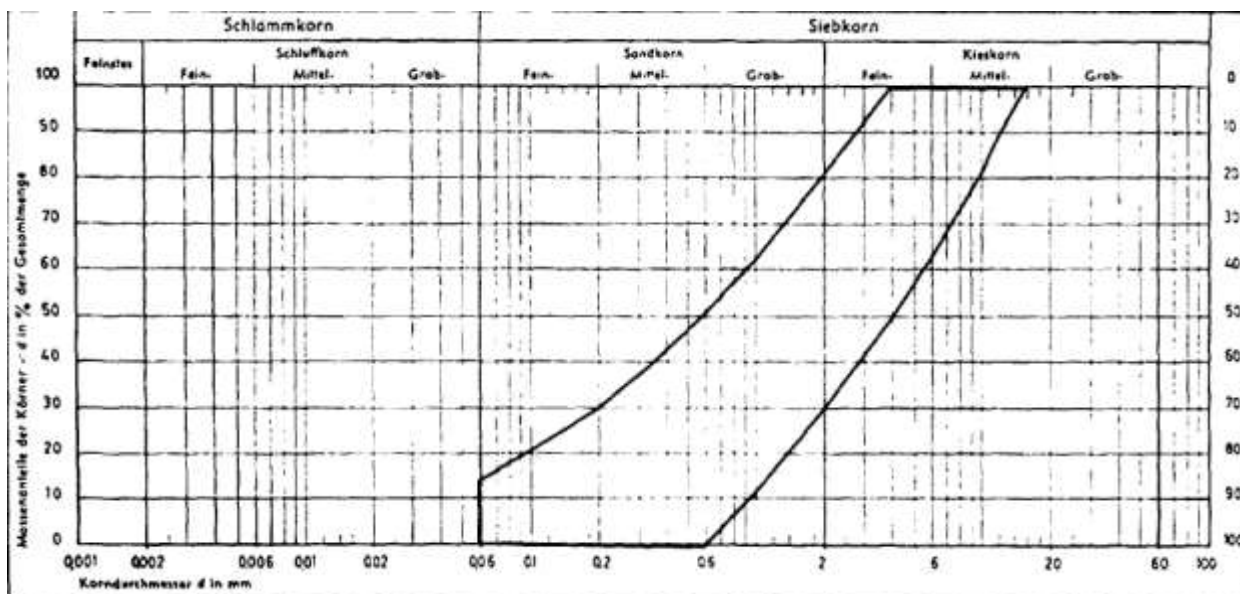
Obr. 1: Granulometrické složení vegetačních substrátů pro intenzivní zelené střechy



Poznámka:

Vyobrazené granulometrické složení představuje orientační pomůcku. Pro posuzování jsou rozhodující výhradně požadavky na funkci podle této směrnice.

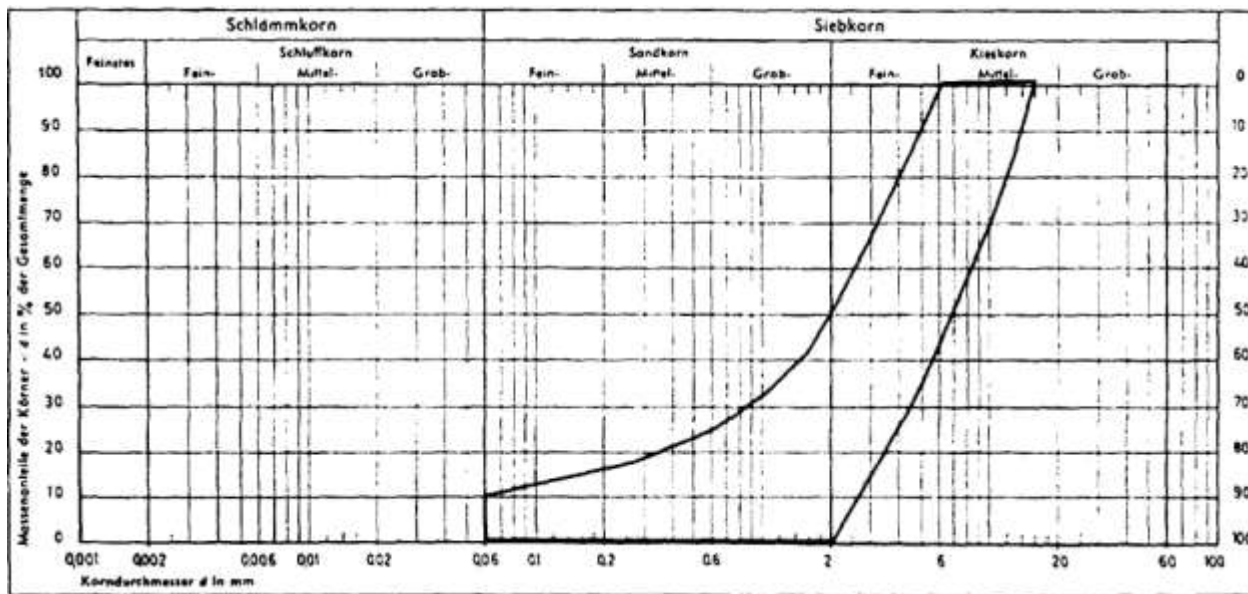
Obr. 2: Granulometrické složení vegetačních substrátů pro extenzivní zelené střechy



Poznámka:

Vyobrazené granulometrické složení představuje orientační pomůcku. Pro posuzování jsou rozhodující výhradně požadavky na funkci podle této směrnice.

Obr. 3: Granulometrické složení vegetačních substrátů pro jednovrstvé skladby intenzivních a extenzivních zelených střech



Poznámka:

Vyobrazené granulometrické složení představuje orientační pomůcku. Pro posuzování jsou rozhodující výhradně požadavky na funkci podle této směrnice.

10.2.2 Obsah organických součástí

Obsah organických součástí ve vegetačních substrátech by měl odpovídat následujícím hodnotám:

- pro intenzivní zelené střechy ≤ 90 g/l;
- pro extenzivní zelené střechy ≤ 65 g/l;
- pro jednovrstvé skladby intenzivní a extenzivní zeleně ≤ 40 g/l.

Zvláštní formy vegetace, např. bahenní rostliny mohou vyžadovat vyšší podíl organických substancí.

10.2.3 Odolnost proti povětrnostním vlivům

Za odolnost minerálních složek substrátů proti povětrnostním vlivům ručí výrobce substrátu. Požadavky na odolnost plniv do betonu nebo stavebních hmot z přírodního kamene proti mrazu se vztahují na staticky a/nebo dynamicky namáhané prvky a konstrukce. Pro posuzování vegetačně technických požadavků materiálů pro vegetační vrstvy lze tyto požadavky použít pouze v omezené míře.

10.2.4 Stabilita struktury a vrstvy u půd a sypkých hmot

Vegetační substráty složené z půd a sypkých hmot musí vykazovat dostatečnou stabilitu struktury a vrstvy. Tyto vlastnosti jsou určeny především zrnitostním složením a tvarem zrna. Pro vytvoření nosné struktury je tedy třeba používat drcené frakce. To platí především pro extenzivní zelené střechy.

Rozsah sedání v důsledku vlastní tíhy souvrství, působení vody, procesů přeměny nebo zatížení při údržbě smí dosáhnout v průběhu záruční doby

- max. 10% výšky vrstvy u vrstev do 50 cm,
- max. 5 cm u vrstev o průměrné mocnosti nad 50 cm.

10.2.5 Sléhavost substrátových rohoží

Sléhavost substrátových rohoží při zatížení v zabudovaném stavu smí dlouhodobě činit

- max. 20 % tloušťky při výchozí tloušťce rohože 30-50mm,
- max. 10mm při výchozí tloušťce rohože > 50mm.

10.2.6 Vodopropustnost

Propustnost vegetačních substrátů musí být v souladu s předpokládanou konstrukcí drenážní vrstvy. Stanovuje se jako míra infiltrace vody K_{mod} a u zhutněných substrátů, resp. u substrátových/vodoakumulačních rohoží v zabudovaném stavu má činit

- pro intenzivní zelené střechy 0,3 - 30 mm/min,
- pro extenzivní zelené střechy 0,6 - 70 mm/min,
- pro jednovrstvé skladby intenzivní a extenzivní zeleně 60 - 400 mm/min.

Kvůli různým veličinám/jednotkám používaným ve zkušebních zprávách je v následující tabulce 5 uvedeno porovnání minimálních hodnot propustnosti. Hodnota $l/m^2/h$ slouží pouze pro lepší názornost a nelze ji použít jako základ pro další výpočty.

Tab. 5: Tabulka přepočtů vodopropustnosti vegetační vrstvy

	cm/s	mm/min	m/s	m/s	~ l/m ² /h
Intenzivní zelené střechy	0,0005	0,3	0,000005	5,00E-06	18
Extenzivní zelené střechy	0,001	0,6	0,00001	1.00E-05	36
Jednovrstvé skladby intenzivní a extenzivní zeleně	0,1	60	0,001	1.00E-03	3600

10.2.7 Vododržná schopnost / maximální vodní kapacita

Maximální vodní kapacita vegetačních substrátů jako veličina definující schopnost zadržovat vodu se uvádí při ztuhnutém stavu, tj. po zabudování substrátu a měla by dosahovat následujících hodnot:

- pro intenzivní zelené střechy >45 objem.%,
- pro extenzivní zelené střechy > 35 objem.%,
- pro jednovrstvé skladby
 - intenzivních zelených střech > 30 objem.%,
 - extenzivních zelených střech > 20 objem.%,

a neměla by překročit 65 objem.%, aby nedocházelo k přemokření.

10.2.8 Obsah vzduchu

Obsah vzduchu ve vegetačních substrátech by při maximálním nasycení vodou neměl být nižší než 10 % objemu.

Je-li zjištěný obsah vzduchu menší, je třeba posoudit ještě obsah vzduchu při pF 1,8. (Pozn.: hodnota pF udává sací tlak půdní vody v hPa.) Při pF 1,8 (velké vzduchové póry $\varnothing > 50\mu\text{m}$) by měl činit > 20 % objemu.

Pro vegetační substráty jednovrstvých skladeb nelze hodnotu pF z metodických důvodů určit.

10.2.9 Hodnota pH

U vegetační vrstvy je třeba dodržet příslušnou hodnotu pH odpovídající nárokům vegetace. Měla by se pohybovat mezi 6,0 až 8,5.

S ohledem na nároky vegetace je třeba předcházet poklesu hodnoty pH u zabudovaného substrátu pod přípustnou hodnotu, např. přidáváním drti dolomitu nebo travertinu.

U forem vegetace vyžadujících kyselé půdní poměry, např. rašeliništních nebo bahenních rostlin je třeba předem stanovit potřebně nízkou hodnotu pH.

10.2.10 Obsah solí

Obsah rozpustných solí ve vodním výluhu nesmí u vegetačních substrátů z hlediska fyziologie rostlin překročit následující hodnoty:

- pro intenzivní zelené střechy 2,5 g/l,
- pro extenzivní zelené střechy 3,5 g/l

Je-li při zkoušce překročena mezní hodnota obsahu solí ve vodním extraktu, provádí se doplňková zkouška obsahu solí v extraktu s nasyceným roztokem sádrovice, při které by neměly být překročeny tyto hodnoty:

- pro intenzivní zelené střechy 1,5 g/l,
- pro extenzivní zelené střechy 2,5 g/l

S ohledem na možné zatížení životního prostředí v důsledku vyplavování solí je třeba nezávisle na způsobu ozelenění usilovat o pokud možno nízký obsah solí.

U intenzivních zelených střech s vegetací citlivou na sůl, např. rašeliništní a bahenní rostliny nesmí obsah solí překročit 1,0 g/l.

10.2.11 Obsah živin

Obsah živin ve vegetačních substrátech by měl být pokud možno nízký a neměl by překročit hodnoty uvedené v tabulce 6. Vyšší zásoba živin je vzhledem k možnému vyplavování a zátěži životního prostředí v době mezi pokládkou substrátu a ozeleněním nežádoucí. Případný doplňkový přísun živin hnojením by se měl provádět až po ozelenění nebo v rámci dokončovací údržby prostřednictvím vhodných hnojiv (viz kapitola 12.5). V rámci údržby v době vývoje vegetace a při následné údržbě může být zapotřebí doplnění dalších živin.

Upozorňujeme, že vegetační substráty je třeba deklarovat podle zákona o hnojivech (něm. DüngMG) a vyhlášky o hnojivech (něm. DüMV) (viz kapitola 5.11).

Tab. 6: Obsah živin ve vegetačních substrátech pro intenzivní a extenzivní zelené střechy, zkušební metody (určování podle VDLUFA)

Živina	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg	
	CaCl ₂	CAT	CAL	CAT	CAL	CAT	CaCl ₂	CAT
Zkušební metoda								
Živiny v mg/l	<80	<80	<200	<50	<700	<500	<200	<200

10.2.12 Adsorpční kapacita

Pro adsorpční kapacitu vegetačních substrátů není stanovena žádná hodnota. Lze ji deklarovat na základě konkrétní analytické metody.

10.2.13 Obsah klíčivých semen a regenerujících částí rostlin

Výchozí suroviny pro výrobu vegetačních substrátů nesmí obsahovat žádné živé rostliny a jejich regenerující části, především plevel množící se kořeny. Při použití zeminy ve vegetačních substrátech je vhodné použít spodní vrstvu namísto svrchní ornice, aby se minimalizovalo nebezpečí zavlečení plevelů.

Už při těžbě výchozích surovin, přípravě vegetačních substrátů a jejich skladování je nutná ochrana proti zavlečení náletových a jiných plevelů.

10.2.14 Cizorodé látky

Podíl vytříditelných cizorodých látek o průměru zrna větším než 6 mm (měří se nejmenší průměr), např. zbytky dlaždic a obkladaček, keramiky, skla, nesmí překročit 0,3 % hmotnosti, podíl kovů a plastů by měl být menší než 0,1 % hmotnosti. U plastů nesmí kromě toho činit součet jejich povrchu více než 10 cm² na litr substrátu.

10.3 Pokládka

Pokud se nepředpokládá modelace povrchu, pokládá se vegetační vrstva rovnoběžně s povrchem spodních vrstev. Stanovená minimální tloušťka vrstvy musí být dodržena ve všech bodech plochy.

Vegetační vrstvy tvořené zeminou nebo sypaninami se pokládají v přirozeně vlhkém stavu.

Specifického zhutnění dosáhneme přitlačením. Při navrhování výšky vrstvy je třeba zohlednit možné počáteční slehnutí. Přitom je třeba dbát normy ATV DIN 18320, která stanoví, že při kolaudaci se zjišťuje tloušťka vegetační vrstvy v místě položení a ve slehlém stavu.

Substrátové rohože a vododržné vrstvy je třeba chránit před provlhnutím a pokládají se v suchém stavu, v jakém byly dodány.

V případě potřeby je třeba vegetační vrstvu udržovat trvale vlhkou zavlažováním, aby se vyloučilo vysušení povrchu a odnášení materiálu větrem. V případě delšího intervalu mezi položením substrátu a ozeleněním mohou být nutná doplňková opatření na ochranu proti erozi (viz kapitola 12.4 a 14). Plochy s výsadbou trvalek a dřevin je možné po výsadbě chránit krytem z vhodného mulčovacího materiálu. Použitý mulčovací materiál nesmí omezovat nebo ohrožovat funkci vegetační vrstvy s ohledem na vodní a vzduchový režim.

Hodnoty zrnitostního složení (viz kapitola 10.2.1) platí pro zabudovaný stav. V případě foukaných substrátů může v závislosti na výchozích surovinách dojít ke změně zrnitostního složení v důsledku foukání. V omezené míře lze tuto skutečnost eliminovat přidáním vyššího podílu většího zrna při výrobě substrátu.

11 Požadavky na osivo, rostliny a vegetaci

11.1 Skupiny podle způsobu množení a dodávky

Rozlišujeme následující skupiny podle způsobu množení a dodávky:

- osivo;
- řízky;
- trvalky;
- cibuloviny;
- dřeviny;
- kobercový trávník;
- vegetační rohože (koberce).

11.2 Požadavky

11.2.1 Osivo

Osivo trav musí odpovídat DIN 18917 a FLL – Standardní směsi osiva pro travníky („Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM").

Osivo bylin musí odpovídat DIN 18917 resp. FLL – Standardní směsi osiva pro travníky („Regel-Saatgut-Mischungen Rasen - RSM").

U intenzivních zelených střech se k založení travní vegetace používá vhodná Standardní směs osiva (Regel-Saatgut-Mischung) podle platných pravidel RSM. U jednoduchých intenzivních zelených střech se může složení výsevních směsí lišit.

Pro extenzivní zelené střechy s vegetací ve složení trávy-byliny lze použít Standardní směs osiva RSM 6.1. Pro jiné formy vegetace je třeba definovat konkrétní složení výsevu nebo dosevu pro konkrétní stanoviště.

11.2.2 Řízky

Pro řízky rozchodníků platí požadavky FLL- Požadavky na jakost trvalek („Gütebestimmungen für Stauden").

11.2.3 Trvalky

Trvalky musí odpovídat normě DIN 18916 a rovněž FLL - Požadavky na jakost trvalek („Gütebestimmungen für Stauden").

U zelených střech je třeba dbát rovněž na to, aby výška balů odpovídala tloušťce vegetační vrstvy. Trvalky pěstované v lepidých nebo humózních půdách jsou pro zelené střechy nevhodné.

Rostliny musí být silně vyvinuté, pouze mírně přihnojované dusíkem a dostatečně odolné. Nesmí pocházet přímo ze skleníku.

U divoce rostoucích trvalek je nutné prokázat, že pochází z pěstírny a nebyly získány ve volné přírodě.

11.2.4 Cibuloviny

U okrasných cibulovin platí obvyklá obchodní klasifikace. V případě potřeby je nutné prokázat, že pochází z pěstírny a nebyly získány ve volné přírodě.

U cibulovin pro extenzivní zelené střechy, které jsou pěstovány jako rostlinný materiál, se upřednostňují malé a ploché baly. Pěstování by mělo probíhat v převážně minerálních substrátech.

11.2.5 Dřeviny

Dřeviny musí odpovídat normě DIN 18916 a rovněž FLL - Požadavky na jakost školkových dřevin („Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen“).

Na zelených střechách by se měly používat pouze zakořeněné dřeviny. Při menší tloušťce vegetační vrstvy se doporučuje použití rostlin v balech. Pěstební substráty pro rostliny pěstované v kontejnerech a plochých balech by měly být převážně minerálního složení; výjimkou jsou substráty pro speciální rostliny do humózních půd. Solitérní rostliny, které byly vypěstovány v soudržné zemině, jsou pro zelené střechy zpravidla nevhodné.

Baly nesmí obsahovat cizorodou vegetaci, zejména druhy, které silně odnožují a tvoří oddenky.

Pro extenzivní ozelenění by se měly používat mladé rostliny.

Při realizaci zelených střech se doporučuje odsouhlasit ve smlouvě druh substrátu, výšku balů a způsob založení kultury.

11.2.6 Kobercový trávnik

Pro kobercové trávniky platí požadavky podle DIN 18917.

U jednoduchých intenzivních zelených střech v místech ohrožených suchem a u extenzivních zelených střech s dostatečnou mocností souvrství je možné použít vhodné luční trávy podle RSM. Je možný dosev bylin podle RSM bez podílu luskovin. Kobercový trávnik nesmí obsahovat druhy jetele.

Kobercový trávnik pro zelené střechy musí být vypěstován na slabě až středně humózní písčité půdě.

11.2.7 Vegetační rohože

Vegetační rohože musí obsahovat nosnou vložku vhodnou pro pěstování, přepravu, pokládku a účel použití. U míst, kde dochází k namáhání vegetačních rohoží tahem, je třeba stanovit požadavky na nosnou vložku. Textilní podložky musí plnit svoji funkci až do prokořenění vegetační vrstvy do té míry, že není možné oddělit rohož od podkladu. Požadavky na substráty pro vegetační rohože viz kapitola 10.1.

Vegetační rohože musí mít rovnoměrnou tloušťku a musí umožňovat pokládku bez mezer a prázdných míst.

Vegetace musí být dostatečně odolná již z předchozího období před pokládkou. Vegetační rohože nesmí pocházet přímo ze skleníku. Odolné rostliny lze poznat podle správné tvorby výhonků a krátkých stéblových článků.

Požadovanou formu vegetace (viz kapitola 3.2.4) je třeba předem definovat jako odpovídající podíl mechů, sukulentů, trav, bylin a cibulovin.

Celkové plošné pokrytí vegetací musí před pokládkou činit nejméně 75% plochy. Podíl cizorodé vegetace je přípustný maximálně do 20 % pokrytí.

Ztráta výplňového substrátu v důsledku sklizně, přepravy a pokládky nesmí činit více než 3 % celkové plochy. Velikost dílčí plochy bez výplňového substrátu nesmí činit více než 30 cm². Na

jednom m² vegetační rohože nesmí být více než 10 dílčích ploch této velikosti. Větší podíl menších výpadků je přípustný, nesmí však v součtu činit více než 3% z celkové plochy.

12 Výsadba a výsev

12.1 Způsoby ozelenění

Způsoby ozelenění musí odpovídat biologickým zvláštnostem

- jednotlivých rostlinných druhů,
- různých forem vegetace,
- výsledné kvality ozelenění.

Postupy je možné modifikovat a částečně kombinovat.

Rozlišujeme následující způsoby založení vegetace:

- suchý výsev
 - bez fixace lepidlem;
 - s fixací lepidlem;
- hydroosev
 - bez řízků;
 - s řízků;
- rozhození částí rostlin
 - řízků
 - růžic;
- položení předpěstovaných vegetačních rohoží s
 - vytlívající vložkou;
 - trvalou vložkou;
 - trvalou, staticky spolupůsobící vložkou;
- položení kobercového trávníku
 - bez výztužné vložky;
 - s výztužnou vložkou;
- Výsadba
 - jednotlivých rostlin;
 - předpěstovaných rostlinných prvků.

12.2 Provedení

Při provedení je v závislosti na použitém postupu nutné dodržovat normy DIN 18916, DIN 18917 nebo DIN 18918.

Pro jednotlivé postupy jsou doporučena tato standardní množství:

- suchý výsev 3000 - 5000 zrn/m²;
- hydroosev
 - bez řízků 3000 - 5000 zrn/m²;

- s řízků 1500 - 3000 zrn/m² plus 30 g/m², minimálně však 50 ks řízků nejméně 4 druhů;
- rozhoz řízků 60 g/m², minimálně však 100 ks řízků, nejméně 4 druhů;
- výsadba minimálně 16 ks/m² při velikosti kontejneru 50 cm³.

Při menších velikostech balu je třeba počet poměrně zvýšit.

12.3 Zajištění stability dřevin

12.3.1 Požadavky

Zajištění stability větších dřevin lze provést

- vyvázáním,
- ukotvením.

Vyvázání a ukotvení slouží k přechodnému zajištění stability dřevin. Předpokládá se přitom, že budou dodrženy minimální mocnosti souvrství a že bude k dispozici dostatečný objem substrátu pro kořenění.

Kovové součásti musí být odolné proti korozi.

Během doby funkce vyvázání a kotvení je nutné pravidelně kontrolovat, zda nedochází k zaškrcení dřevin, nežádoucímu tlaku nebo stříhu.

12.3.2 Vyvázání

Vyvazovací dráty a lana by měla být opatřena utahovacím mechanismem. Upevnění může být provedeno:

- přímo na budově nad úrovní hydroizolace pomocí závitových kotev. Prvky musí být demontovatelné.
- na konstrukcích jako jsou obrubníky, stěny, velkoformátové dlaždice, při splnění konstrukčních a statických předpokladů.
- na základových patkách, např. zapuštěných do vegetačního souvrství. Přitom nesmí být překročeno dovolené zatížení nosných konstrukcí a/nebo tepelné izolace a hydroizolace. Vyvázání k základovým patkám by nemělo překročit úhel 60°.

12.3.3 Kotvení k podpůrným konstrukcím

Podpůrné konstrukce ve tvaru trojúhelníka nebo čtyřúhelníka jsou vhodné ke kotvení stromů. Zhotovují se z ocelových trubek s antikorozi ochranou povrchu. Jednotlivé opory musí být podloženy roznášecí deskou.

12.4 Ochrana proti erozi

Zelené střechy jsou až do okamžiku dosažení kompletního vegetačního pokryvu ohroženy erozí. Protierozní opatření viz kapitola 14.

12.5 Ošetření při dokončení (dokončovací údržba)

Dokončovací údržba je definována v normě DIN 18916 a DIN 18917 přičemž požadavky a výkony lze odpovídajícím způsobem přenést i na intenzivní zelené střechy. U extenzivních a částečně u jednoduchých intenzivních zelených střezech je nutné výkony a požadavky diferencovat. V závislosti na povětrnostních podmínkách a vývoji vegetace se opatření údržby stanovují a provádějí u konkrétních objektů individuálně. Mohou sem patřit tyto úkony:

- Zavlažování
- Počáteční vyhnojení
- Následné přihnojení
- Odstranění cizorodé vegetace
- Plošný sestřih
- Zaválcování při nadzvednutí mrazem
- Zapravení spár vegetačních rohoží
- Seříznutí dřevin
- Dosev
- Dosadba
- Likvidace škůdců
- Odstraňování listí a zarůstající vegetace z okolí technických zařízení
- Odstraňování listí a zarůstající vegetace ze štěrkových pásů a dlažeb.

Ve smlouvě je třeba jednotlivě specifikovat

- cíl údržby,
- druh, rozsah, časovou náročnost a roční období u placených výkonů,
- požadovaný stav a formu vegetace v okamžiku převzetí.

Doplňkové přihnojení by se mělo provádět v závislosti na zásobě živin v substrátu a požadavcích na cílovou vegetaci. V rámci počátečního, resp. následného hnojení se doporučují dlouhodobá hnojiva, např. obalované zásobní hnojivo NPK v následujícím dávkování:

- Intenzivní zelené střechy 8 g N/m² (čistý dusík);
- Extenzivní zelené střechy 5 g N/m² (čistý dusík).

Příliš vysoký podíl cizorodé vegetace vytlačující ostatní druhy lze eliminovat hlubokým sestřihem a odstraněním pokosu. Použití herbicidů je nepřípustné.

12.6 Kolaudace, vyhovující stav pro přejímku

12.6.1 Okamžik přejímky

Kolaudace zelené střechy se provádí zpravidla v okamžiku dosažení vyhovujícího stavu pro přejímku. Jestliže se zadavatel zřekne dokončovací údržby prováděné dodavatelem, probíhá přejímka bezprostředně po výsadbě, resp. výsevu nebo rozhozu řízků.

Za samostatné části plnění, které jsou předmětem samostatné přejímky dle § 12 č. 2 VOB/B se považují:

- dokončení hydroizolace, jestliže součástí dodávky je jak hydroizolace, tak i vegetační souvrství;
- dokončení skladby vegetačních ploch, nelze-li návazně provést výsadbu nebo výsev.

12.6.2 Stav vyhovující podmínkám přejímky

Pro intenzivní zelené střechy je třeba definovat vyhovující stav pro přejímku podle normy DIN 18916 resp. DIN 18917.

U extenzivních zelených střech platí navíc, resp. na rozdíl od DIN 18916 a DIN 18917 následující kritéria pro vyhovující stav k přejímce:

- Vysetá nebo vysazená vegetace by měla před přejímkou překonat jedno období vegetačního klidu, a pokud to povětrnostní podmínky umožňují, jedno období sucha nebo mrazu. vyhovujícího stavu pro přejímku je zpravidla dosaženo za 12 – 15 měsíců.
- Zelené střechy založené výsevem a rozhozem řízků rozchodníků by pokud možno měly tvořit ucelený porost, který v nesestříhaném stavu vykazuje plošné pokrytí minimálně 60%. Vegetace musí obsahovat minimálně 75% druhů rozchodníků z původně aplikovaných druhů a tyto musí být ve vzrostlém stavu. U výsevu musí vegetace obsahovat minimálně 60% druhů obsažených ve vyseté směsi osiva. Při zjišťování stupně pokrytí je třeba brát v úvahu běžný stav rostlin příslušného druhu v příslušné roční době. Nevývinutá a cizorodá vegetace se do požadovaného stupně pokrytí nepočítá; činí-li její podíl více než 20%, není ještě dosaženo požadovaného stavu pro přejímku.
- Vegetační rohože musí být zakořeněné pevně do podloží, tak aby nebylo možné je nadzvednout. Musí být přítomny požadované druhy v odpovídajícím podílu. Celkové pokrytí musí činit nejméně 80%. Při zjišťování stupně pokrytí je třeba brát v úvahu běžný stav rostlin příslušného druhu v příslušné roční době. Podíl viditelných spár nesmí činit více než 10% celkové délky spár.
- Při zjišťování množství rostlin z výsadby kontejnerových trvalek nebo multiplat se tolerují výpadky do 5% celkového počtu kusů, pokud navzdory výpadku působí plocha uceleným dojmem. Vzdrust rostlin musí odpovídat příslušnému druhu a rostliny musí kořenit v substrátu vegetační vrstvy.
- Provádí-li se ozelenění rostlinami z multiplat a má-li se vyhovující stav pro přejímku určovat podle pokrytí, je třeba toto stanovit individuálně pro konkrétní objekt, přičemž by mělo činit minimálně 60%.
- Je třeba upozornit na závislost stupně pokrytí na době trvání dokončovací údržby a počtu kusů rostlin v minibalech vysazených na metr čtvereční.
- Vegetace, která je nadměrným hnojením přebujelá a zchoulostivělá, není ve stavu vhodném pro přejímku.

Na rozdíl od ATV DIN 18320 se při výsevech, resp. rozhozu řízků neodpočítávají plochy bez vegetace menšího rozsahu než 2,5 m² na jednu plochu.

13 Péče ve fázi vývoje a průběžná péče, údržba

13.1. Všeobecně

Péče ve fázi vývoje a průběžná péče je definována v DIN 18919, popsána pro zeleň na rostlém terénu a tyto pokyny lze odpovídajícím způsobem přenést na intenzivní zelené střechy.

Pro extenzivní a částečně i pro jednoduché intenzivní zelené střechy je třeba opatření péče a údržby stanovit individuálně pro konkrétní objekt podle způsobu ozelenění, formy vegetace, stavu a tendence vývoje vegetace. Potřebná technická kontrola hydroizolace zůstává tímto nedotčena.

Rozpětí forem cílové vegetace se pohybuje od esteticko-ornamentální na straně jedné po ekologicko-účelovou vegetaci na straně druhé. Jednoznačně vymezené formy mohou postupem času splynout v důsledku samovolného vývoje. I to může být záměrem. V opačném případě je nutné zajistit odpovídající údržbu. V následujícím textu jsou uvedeny výkony, které přicházejí v úvahu. Je třeba, aby výběr, způsob a rozsah těchto úkonů pro konkrétní objekt stanovil odborník.

Důrazně se doporučuje, aby byly uzavírány smlouvy o údržbě a odborném dohledu včetně stanovení dlouhodobé koncepce ze strany architekta, odpovídajícího za projekt a prováděcí firmy a to jak pro intenzivní, tak i pro extenzivní zelené střechy a minimálně na dobu do promlčení případných nároků na náhradu škody.

Ve smluvních podmínkách je třeba stanovit a popsat jednotlivé placené úkony co do druhu, rozsahu, období a doby trvání podle velikosti ploch (m²) (např. vegetační plochy, šterkové pásy, dlažby), počtu (kusů) nebo délky (m) (např. zavlažovacích nebo odvodňovacích prvků), případně dohodnout následně podle potřeby.

Při pracích na střechách vysokých více než 3m je nutné zařízení k zajištění osob proti pádu z výšky a je nutné dodržovat příslušné předpisy o bezpečnosti práce (viz kapitola 5.7).

Při čištění fasád je nutné chránit vegetaci a vegetační souvrství před zanesením škodlivých látek.

13.2 Intenzivní zelené střechy

Na plochách intenzivní a jednoduché intenzivní zeleně mohou být vyžadovány tyto úkony:

- Nakypření a vyčištění vegetačních ploch;
- Odstranění nežádoucí vegetace, především náletových dřevin;
- Odstranění plevele;
- Hnojení;
- Zavlažování;
- Ochrana rostlin;
- Sestřih;
- Mulčování;
- Odstranění listí;
- Zabezpečení na zimní období;
- Seřízení kotevních prvků;
- Odstranění již nepotřebných kotevních prvků;

- Kontrola a přezkoušení zavlažovacích automatů;
- Kontrola odvodňovacích zařízení;
- Odstraňování nežádoucí vegetace z okrajových a bezpečnostních pásů, dlažeb a jiných zpevněných povrchů

Ošetření je nutné zpravidla 4 až 8krát do roka.

U trávníků a lučních forem vegetace na intenzivních a jednoduchých intenzivních zelených střeších mohou být vyžadovány tyto úkony:

- Sečení;
- Odstranění pokosu;
- Odstranění plevele;
- Hnojení;
- Zavlažování;
- Ochrana rostlin;
- Odstranění listí;
- Vertikutace;
- Provzdušnění;
- Popískování;
- Dosev;
- Kontrola a přezkoušení zavlažovacích automatů;
- Kontrola odvodňovacích zařízení;
- Odstraňování nežádoucí vegetace z okrajových a bezpečnostních pásů, dlažeb a zpevněných povrchů.

Ošetření je nutné zpravidla 2 až 12krát do roka.

13.3 Extenzivní zelené střechy

Po dokončovací údržbě a převzetí nastává u vegetace na extenzivních zelených střeších přirozený dynamický vývoj a utváření vegetace. Ten lze omezeně ovlivnit cílenými zásahy, např. sestřihem nebo odstraňováním jednotlivých rostlin. Náletový plevel, rostlinné druhy vyššího vzrůstu s tendencí vytlačovat jiné druhy, např. některé luskoviny, je nutné odstranit v raném stadiu.

Ošetřování extenzivních zelených střež ve fázi vývoje trvá po omezenou dobu po převzetí, do dosažení 90% pokrytí plochy vegetací. Může trvat v závislosti na způsobu ozelenění a stavu vývoje vegetace i více než dva roky. Především u vegetačních substrátů pro jednovrstvé skladby a u střež s větším sklonem je třeba po tuto dobu zajistit dostatečný přísun živin.

Pro zjištění potřebného rozsahu údržby stačí zpravidla jedna až dvě inspekce za rok.

Obvykle jsou potřeba 2-4 zásahy údržby za rok.

U extenzivních zelených střež bývají zapotřebí zejména tyto úkony:

- Zásobování živinami;
- Zavlažování ploch s větším sklonem silně vystavených slunečnímu svitu;
- Odstraňování náletových dřevin a jiné nežádoucí vegetace;

- Sestřih za účelem prosvětlení;
- Doseť osivem, resp., doplnění řízků rozchodníků v místech větších výpadků;
- Dosadba v místech větších výpadků;
- Doplnění substrátu v případě eroze;
- Ochrana rostlin;
- Odstraňování listí a zarůstající vegetace z okolí technických zařízení
- Odstraňování listí a zarůstající vegetace ze štěrkových pásů a dlažeb.

Okrajový štěrkový pás a spáry dlažby mohou zarůstat samovolně. Rostliny menšího vzrůstu, např. mechy, rozchodníky a byliny nebo trvalky tvořící nízké polštáře lze tolerovat. Nežádoucí vegetaci, především v protipožárních pásech, je nutné odstraňovat při pravidelné údržbě, jejíž způsob, rozsah a četnost je třeba dohodnout.

U extenzivní zeleně lze zásobování živinami zpravidla časově omezit na dobu vývojové fáze. Doporučuje se obalované dlouhodobé hnojivo NPK v dávkování 5 g N/m² a rok.

Je-li souvrství chudé na živiny, např. u jednovrstvých a tenkovrstvých skladeb může být navíc potřeba doplňkové přihnojení v odstupu několika let, aby bylo dosaženo požadovaného stavu vegetace a květu.

13.4 Úkony v rámci údržby

V rámci inspekce a péče ve fázi vývoje a průběžné péče je třeba provádět údržbu technických zařízení. Přitom je nutné dbát na:

- funkčnost střešních vpustí a technických zařízení umístěných v kontrolních šachtách určených k odvodnění a zavlažování;
- odstraňování nečistot a usazenin v kontrolních šachtách, na výsuvných postřikovačích a u střešních vpustí a ve žlabech.;
- stabilitu obrubníků a okrajových prvků, zpevněných povrchů jiných konstrukčních prvků;
- kontrolu protiskluzových zábran na střechách s větším sklonem.

Ve víceletých intervalech je třeba odstraňovat usazeniny v okrajových a koncových štěrkových pásech, které by mohly ohrozit funkci, a rovněž v obsypech technických zařízení.

14 Ochrana proti erozi

Kromě požadavku na dostatečné plošné zatížení je třeba vzít v úvahu, že během realizace vegetačního souvrství mohou být jednotlivé vrstvy ohroženy vnějšími vlivy a musí být zajištěny proti odvátí větrem nebo odplavení vodou. Dobu takového ohrožení lze zkrátit včasným ozeleněním ve vhodné roční době, aby se vegetace stačila dostatečně vyvinout.

Dokud není souvrství zpevněno řádným prokořeněním vegetačního porostu, jsou substrát, rostliny i osivo ohroženy působením větru a vody. V případě potřeby lze předejít vzniku škod realizací

- zvláštní skladby souvrství,
- přechodných opatření,
- speciální opatření pro extrémní stanoviště,

přičemž opatření lze částečně kombinovat.

Zvláštní skladba souvrství představuje

- použití vegetačních substrátů se stabilní prostorovou strukturou a vyšší vlastní hmotností i v suchém stavu;
- použití doplňkové mulčovací vrstvy štěrku z tvrdé horniny na vegetačních substrátech jemnější struktury;
- výběr rostlinných druhů vhodných pro příslušné stanoviště a vhodné pěstební formy zaručující rychlého dosažení trvalého pokryvu.

Přechodná opatření mohou být:

- trvalé vlhčení vegetačního substrátu během dokončovací fáze údržby;
- fixace osiva, rostlinných řízků a povrchu substrátu vhodným fixačním prostředkem a v případě potřeby jeho opakovaná aplikace;
- použití protierozní tkaniny, která musí být funkční až do konce fáze dokončovací údržby.

Pro větrná stanoviště a střechy s velkým sklonem jsou zapotřebí tato zvláštní opatření:

- použití hydroosevu nebo
- pokrytí předpěstovanými vegetačními koberci.

Ohrožení substrátů větrem se neposuzuje podle rychlosti větru ale podle náchylnosti příslušného materiálu k odnášení větrem.

U substrátů silně ohrožených větrnou erozí je třeba na okrajích střechy a obzvláště ohrožených místech použít k ozelenění předpěstované vegetační koberce nebo zatravnovací dlažbu.

U strmých střezech silně vystavených slunečnímu svitu je k zajištění odolnosti proti erozi vhodné zásobování rostlin živinami a občasná zálivka.

15 Lhůty pro uplatnění nároků z vad

Doporučuje se sjednat následující lhůty pro uplatnění nároků z vad:

- 4 roky na realizovanou skladbu vegetačního souvrství a technických zařízení;
- 2 roky na založenou vegetaci, pokud realizační firma byla pověřena péčí a údržbou ve fázi vývoje.

Jestliže se po kolaudaci/převzetí v průběhu lhůty pro uplatnění nároků z vad vyskytnou vady (např. výpadky ve vegetaci), lze u zhotovitele nárokovat jejich odstranění pouze v případě, že byly zaviněny vadným plněním zhotovitele.

16 Zkoušky

Rozlišujeme následující druhy zkoušek:

- zkoušky vhodnosti
- kontrolní zkoušky.

Vlastnosti materiálů se prokazují na základě zkoušek vhodnosti a kontrolních zkoušek, uvedených

- pro drenážní vrstvy v tabulce 7
- pro vegetační vrstvy v tabulce 8

Nezávisle na tomto odpovídá výrobce za své výrobky.

Zkušební a kontrolní protokoly

Ve zkušebních a kontrolních protokolech o zkouškách vhodnosti a kontrolních zkouškách sypanin pro drenážní vrstvy a vegetačních substrátů je třeba výsledky zkoušek porovnat s charakteristickými hodnotami uvedenými v tabulkách 9-12 a posoudit. U konkrétních objektů je přitom třeba individuálně zohlednit dané odchylky od standardních hodnot. V protokolech je třeba uvádět látkové složení. Výsledky se vztahují výhradně na uvedenou konkrétní výrobu.

Platnost zkušebních protokolů činí pro:

- pro vegetační substráty a sypaniny pro drenážní vrstvy: 3 roky; na vyžádání je třeba předložit výsledky vlastních každoročních kontrol;
- pro součinitele odtoku: 5 let s možností prodloužení o dalších 5 let za předpokladu doložení stejného materiálového složení a konstrukce;
- pro kořenovzdornost: 10 let s možností prodlužování v 5letých intervalech, za předpokladu místopřísežného ujištění o stejném složení, metodě realizace a technice spojování.

Členění zkušebních a kontrolních zpráv

Zkušební zprávy se člení takto:

1. Provedení

Údaje o zadavateli a zhotoviteli, způsobu odběru a množství vzorků, výrobci (i formou kódu), termínu dodávky a zkoušky a látkovém složení dle údajů výrobce a vizuální/manuální kontroly.

2. Metody

Stručný popis použitých zkušebních metod.

3. Výsledky

Průměrná hodnota formou tabulky.

4. Posouzení

Verbální posouzení na základě požadovaných profilů dle tab. 9-12 a rozsahů pro zrnitostní složení dle obr. 1-3.