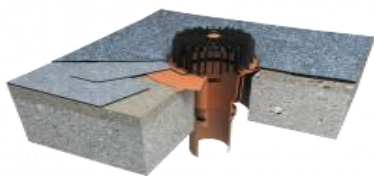


Zásady odvodnění střech

ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

1. Vnitřní odvodnění
 - a. Gravitační
 - b. Podtlakové (100 % plnění potrubí vodou), mezi něž patří i monzunové vpusti velkých průměrů fungujících jako přeпад
2. Vnější odvodnění

Schémata možného řešení odvodnění jsou uvedena na obrázcích 4 a 5. S vnitřním odvodněním se nejčastěji setkáváme u plochých střech bytových domů, komerčních objektů nebo výrobních hal. Plocha střechy je odvodněna pomocí vtoků a svodného potrubí vnitřkem budovy. Vnější odvodnění se dělí z hlediska umístění žlabů na podokapní, nástřešní, nadřímsově a případně zaatikové a mezistřešní. Je zpravidla aplikováno do žlabů půlkruhového či jiného tvaru a následně do svodu. Vnější odvodnění je tvořeno nejčastěji klempířskými prvky.



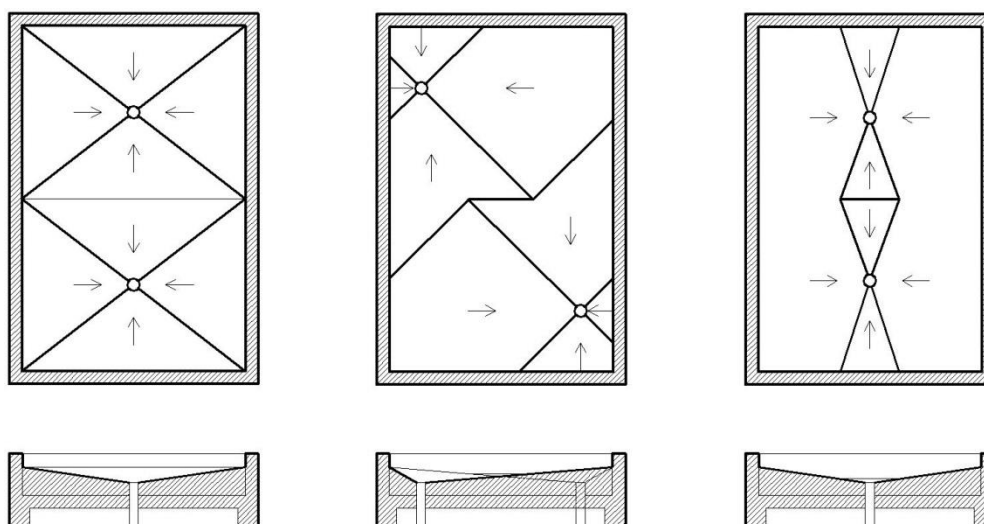
Obr. 1 – Gravitační odvodnění



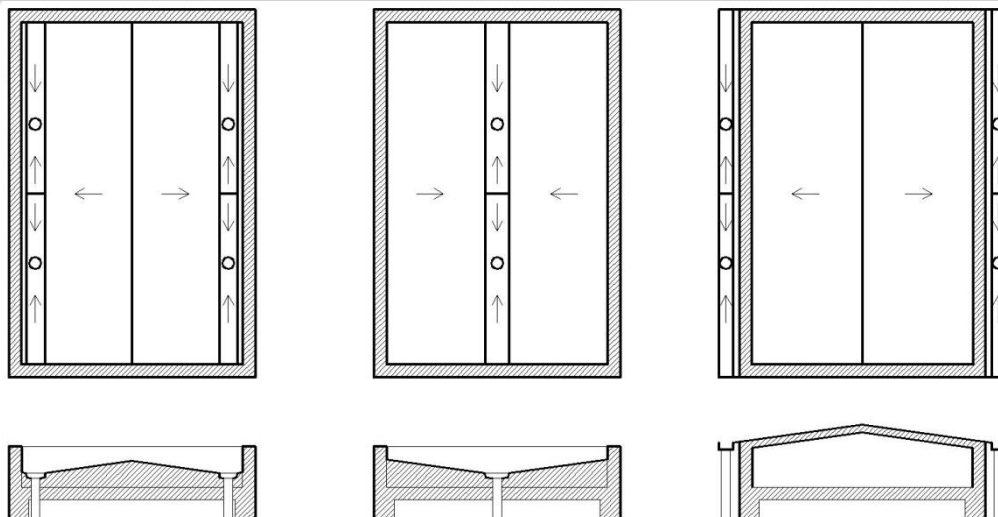
Obr. 2 – Podtlakové odvodnění



Obr. 3 – Vnější odvodnění



Obr. 4 – Odvodnění do úžlabí



Obr. 5 – Odvodnění do žlabu

SPÁDOVÁNÍ

S odvodněním úzce souvisí také spádování. Aby byla voda schopna co nejrychleji odtéct směrem k výtokům, je nutné dodržet požadavky na minimální spád střešní roviny. Technicky je možno akceptovat i nulové spády (ČSN 73 1901 neuvádí požadavek na minimální spád), ale prakticky je lépe provádět střešní pláště s dokonalým odvodněním, tedy tak, aby se netvořily kaluže. Dle doporučení odborníků i výrobců hydroizolací jsou minimální spády stanoveny pro plochu na 1% (optimálně 3%) a pro úžlabí na 1%. U plechových a skládaných krytin se řídíme vždy požadavky výrobce.

POŽADAVKY NA STŘEŠNÍ VTOKY, ŽLABY A SVODNÁ POTRUBÍ

- Každá vnitřně odvodňovaná střecha by měla mít minimálně dva vtoky se samostatným svodovým potrubím; pokud je pouze jeden vtok, musí být navržen bezpečnostní přepad
- Bezpečnostní přepady se doporučuje navrhovat na všech plochých střechách vyjma rekonstrukcí a především tam, kde je vysoké riziko vniknutí vody do objektu nebo hrozí rozplavování vrstev vlivem zanesení odvodňovacího systému při přívalových deštích (balkony, terasy, střešní zahrady); přepad se osazuje ve výšce min 100 mm nad poslední vrstvou
- Minimální průměr vtoku je 70 mm (doporučuje se min 100 mm, aby se zamezilo ucpávání)
- Vpusti od atik a zdiva se osazují ve vzdálenosti minimálně 500 mm (lépe 1 000 mm), aby byla možnost vtok osadit a opracovat jej hydroizolací
- Těleso vtoku musí být vždy řádně připevněno k nosné konstrukci
- Konstrukce vtoku musí umožňovat vodotěsné napojení hydroizolace na těleso vtoku; doporučuje se používat průmyslově vyráběné dílce s integrovanou manžetou
- Střešní vpusti musí být osazeny tak, aby hrdlo vtoku bylo pod úrovní hydroizolace; doporučuje se 10 – 20 mm pro zajištění plynulého odtoku vody (průhyby, převýšení spojů)
- Vpusti musí být přístupné pro kontrolu a čištění, a to především u střešních zahrad a teras

- Vtoky musí být opatřeny ochrannými košíky, které zabraňují vnikání nečistot do odpadního potrubí, musí být uzpůsobeny provozu střechy (nepochozí, terasa, zahrada) a vyčínat nad poslední vrstvu 30 mm
- V nutných případech se navrhuje vtoky vyhřívané výhradně s napětím 24 V
- Odpadní potrubí vedené větranými vrstvami se tepelně izoluje minimálně 0,5 m do prostoru podstřeší.
- Ze vtoků nesmí unikát zápach, pokud jsou v blízkosti oken a otvorů nebo jsou umístěné na terasách, balkonech či lodžích
- Provádí-li se nové souvrství střešního pláště, používají se dvouúrovňové vpusti, aby bylo možno odvodnit i parozábranu.
- Pokud se střecha rekonstruuje, používají se výhradně sanační vtoky s těsněním, aby bylo zabráněno unikání vodních par do souvrství střechy.
- Maximální vzdálenost vtoků od atik a rozvodí střešních ploch by neměla překročit 15 m.
- Maximální vzdálenost vtoků ve žlabech nebo úžlabích od jejich konců nebo od rozvodí v těchto žlabech nebo úžlabích by neměla překročit 15 m.
- Vnitřní dešťové odpadní potrubí nesmí narušovat prostředí pod střechou, resp. nemělo by zasahovat do obytných místností (estetika, orosování, hluk).
- Potrubí má být vedeno v celé výšce svisle, napojení vtoků na potrubí nesmí vykazovat žádná zalomení nebo být pod úhlem
- Žlaby musí mít vždy šikmé stěny (při zamrznutí bývá žlab s kolmými stěnami roztržen).
- Zaatikové a mezistřešní žlaby se nedoporučuje navrhovat; jsou-li nutné, musí být co nejširší a nejmělkčí, doporučená šířka žlabu je min 500 mm
- Podokapní žlaby se mají navrhovat a realizovat ve sklonu min 0,5 %, žlaby mezistřešní a zaatikové ve sklonu min 1%
- Dodržovat a největší přípustné dilatační délky žlabů v závislosti na použitém materiálu
- Nenavrhovat odvod vody do vnějšího odpadního potrubí skrz atikové konstrukce
- Nenavrhovat zaatikové a mezistřešní žlaby – doporučuje se nahradit je úžlabím s povlakovou hydroizolací
- K napojení na dešťové odpadní potrubí používat kónický kotlík, který usměrňuje proud vody ze žlabu do odpadního potrubí a tím pádem je možné zvětšit odvodňovanou plochu střechy až o 30 %
- Vnější potrubí má být opatřeno lapačem splavenin v úrovni terénu nebo čistící tvarovkou osazenou zhruba 1,0 m nad terénem
- V místech, kde hrozí mechanické poškození svodového potrubí, musí být svod řešen z odolného materiálu (např. kamenina) do výšky 1,5 m nad terénem.



Obr. 6 – Kontrolní šachta pro zelené střechy



Obr. 7 – Perforovaný nerezový košík

NÁVRH A DIMENZOVÁNÍ ODVODNĚNÍ

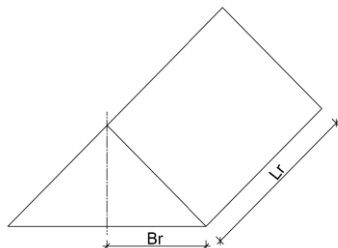
Základním krokem pro návrh a odvodnění plochých i šikmých střech je stanovení odtoku dešťových vod dle vzorce:

$$Q = i \cdot A \cdot C \text{ [l/s]} \quad (1)$$

i ... intenzita deště získaná ze statistických údajů, pro ČR $i = 0,03 \text{ l/s.m}^2$

A ... půdorysný průmět střechy (v ČR se nezohledňuje účinek větru)

$$A = L_R \cdot B_R$$



C ... součinitel odtoku, vyjadřuje schopnost povrchu zadržovat vodu, zpravidla $C = 1,0$

Poznámka 1 - ČSN 75 6760 tab. 11 uvádí součinitele odtoku srážkových vod pro střechy s propustnou vrstvou zeminy, kde je uvážováno, že až 70% dešťové vody pojme vegetační substrát. Přesto se doporučuje, aby součinitel odtoku nebyl nižší než 1,0. V době výstavby by bylo odvodnění nedostatečné, nebo se investor může kdykoli rozhodnout substrát vyměnit za neakumulační porchovou úpravu.

Poznámka 2 – Pokud je požadavek na zohlednění účinku větru, počítá se účinná plocha dle ČSN EN 12056-3 tab. 3 a k účinné ploše se připočte 50% plochy stěny, pokud je dešť hnán proti stěně a může na střechu odtékat

U střech s požadavkem na vyšší bezpečnost lze intenzitu deště přenásobit součinitelem bezpečnosti v rozmezí 1 – 3 viz Tab. 1. Jedná se o budovy, kde by přívalový déšť nebo ucpání systému odvodnění střechy způsobily vniknutí vody do budovy nebo kde je přítomnost vody v budově zcela nepřijatelná.

Tabulka 1 - Součinitel bezpečnosti pro návrh žlabů a vtoků

Situace střešních žlabů (ČSN EN 12056-3)	Součinitel bezpečnosti
Podokapní, nástřešní a neřímsově střešní žlaby	1,0
Podokapní, nástřešní a neřímsově střešní žlaby, u kterých by přelití vody mohlo způsobit částečné nesnáze (např. nad vstupy do veřejných budov)	1,5
Mezistřešní, zaatiokové a zvláštní střešní žlaby a místa pro odvodnění střechy, kde by neobvykle silný dešťový příval nebo ucpání systému v odvodnění střechy způsobily vniknutí vody do budovy	2,0
Mezistřešní, batikové a zvláštní střešní žlaby v budovách vyžadujících vysoký stupeň ochrany např. nemocnice, citlivá sdělovací zařízení, muzea, galerie	3,0
Střešní vtoky (doporučení)	Součinitel bezpečnosti
Odvodnění plochých střech běžných budov	1,0
Odvodnění budov, kde by neobvykle silný dešťový příval nebo ucpání vtoků způsobily vniknutí vody do budovy	2,0
Odvodnění budov, vyžadující vysoký stupeň ochrany (nemocnice, muzea, divadla)	3,0

Jestliže známe odtok dešťových vod, můžeme spočítat, kolik vpustí budeme na danou odvodňovanou plochu potřebovat.

$$n = Q / Q_v \quad (2)$$

Q ... odtok dešťových vod (l/s)

Q_v ... odtoková kapacita vpustí nebo dešťového odpadního potrubí v navrhované světlosti DN v l/s (dle ČSN 75 6760 stanoví odtokovou kapacitu vtokem výrobce)

Pozn. Odtokové množství systému odvodnění střech obvykle závisí více na odtokovém množství výtoků střešních žlabů nebo vtoků ploché střechy než na odtokovém množství dešťového potrubí.

Je-li nutné na střeše řešit navíc nouzové odvodnění přepadem nebo chrličem, stanoví se odtok srážkových vod pro bezpečnostní přepad takto:

- a) pokud je střecha odvodněna jedním vtokem

$$Q_{not} = 0,07 \cdot A \quad (3)$$

- b) pokud je střecha odvodněna dvěma a více vtoky

$$Q_{not} = (0,07 - 0,03) \cdot A \quad (4)$$

Návrh a dimenzování vtoků

Vtoky se dimenzují na dešťový odtok dle vzorce (1). Podle odtoku dešťových vod stanovíme počet vpustí, které jsou potřeba pro odvodnění dané plochy (2), případně se navrhne bezpečnostní odvodnění dle (3) nebo (4). Důležité je pamatovat, že odtokové množství systému odvodnění střech obvykle více závisí na odtokovém množství výtoků střešních žlabů nebo vpustí než na odtokovém množství dešťového potrubí.

Proto ČSN 1253-1 předepisuje minimální průtok střešní vpustí, který musí každý výrobce splnit laboratorním měřením. Porovnání minimálních průtoků daných ČSN s průtoky maximálními, které udává výrobce, jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 – Porovnání minimálních a maximálních průtoků střešních vpustí

DN vpustí	ČSN 1253-1		TOPWET	
	Odtoková kapacita Q (l/s)	Odvodněná plocha (m ²)	Odtoková kapacita Q (l/s)	Odvodněná plocha (m ²)
70	1,7	56	5,7	190
100	4,5	150	6,3	210
125	7,0	233	9,0	300
150	8,1	270	10,0	333

Příklad1:

Střecha má rozměry 12 x 25 m. Bude odvodněna dvěma vtoky. Jaké min DN musí vtoky mít, aby vyhověly navrhovanému odtokovému množství? Střecha je plochá se sklonem do 5°, bez akumulací vrstvy a bezpečnostního požadavku.

intenzita deště $i = 0,03$ l/s; $A = 6 \times 25 = 150$ m²; $C = 1,0$

$Q = i \cdot A \cdot C$

$Q = 0,03 \cdot 150 \cdot 1 = 4,5$ l/s → každý vtok musí odvést toto množství vody

Dle výrobce (Topwet) je odtoková kapacita pro DN 70 = 5,7 l/s

Porovnáním odtokové kapacity vpusti a návrhové odtokové kapacity $Q_v \geq Q$, zjistíme, že navrhovaná vpust DN 70 mm bude dostačující. (Pozor ale na skutečnost, že minimální doporučená jmenovitá světlost vtoku je DN 100 mm.)

Příklad2:

Střecha má rozměry 18 x 15 m. Bude odvodněna jedním vtokem. Jaké min DN musí mít vtok, aby vyhověl navrhovanému odtokovému množství? Bude nutné osadit bezpečnostní přepad? Střecha je plochá se sklonem do 5°, bez akumulární vrstvy a bezpečnostního požadavku.

intenzita deště $i = 0,03$ l/s; $A = 15 \times 18 = 270$ m²; $C = 1,0$

$Q = i \cdot A \cdot C$

$Q = 0,03 \cdot 270 \cdot 1 = 8,1$ l/s → vtok musí odvést toto množství vody

Dle výrobce (Topwet) je odtoková kapacita pro DN 125 = 9,0 l/s

Porovnáním odtokové kapacity vpusti a návrhové odtokové kapacity $Q_v \geq Q$, zjistíme, že navrhovaná vpust DN 125 mm bude dostačující. Vzhledem k tomu, že každá vnitřně odvodňovaná střecha by měla být osazena min 2 vtoky nebo jedním vtokem doplněným o bezpečnostní přepad, bude nutné v tomto případě bezpečnostní přepad navrhnout.

$Q_{not} = 0,07 \cdot A = 0,07 \cdot 270 = 18,9$ l/s

Dle výrobce (Topwet) je nejvyšší odtoková kapacita $Q_{vp} = 7,6$ l/s a odpovídá DN 125 mm pro pojistný přepad s kruhovým profilem. Abychom splnili požadavky, museli bychom tedy navrhnout 3 pojistné přepady DN 125 nebo střechu doplnit o jeden svislý vtok.

$Q_{RWP} \geq Q \rightarrow$ z tabulky je patrné, že min DN svodu musí být 125 mm.

Návrh a dimenzování žlabů

V zásadě se doporučuje navrhovat žlaby podle ČSN EN 12056-3, kde je uveden přesný postup pro jednotlivé typy žlabů ve vývojových diagramech. Tyto postupy jsou ale poněkud složité a v praxi méně využívané. Návrh žlabu se odvíjí od geometrie spádování střechy a způsobu odvodnění, polohy dešťového žlabu a jeho sklonu, od počtu rohů a koutů příp. od osazení výtoku sítkem apod. Názornou ukázkou je příklad č. 3 níže.

Pro zjednodušení návrhu dimenzí žlabů můžeme použít následující tabulky, kterou zpracoval Ing. Žabička (autor ČSN 75 6760) při dodržení níže uvedených podmínek:

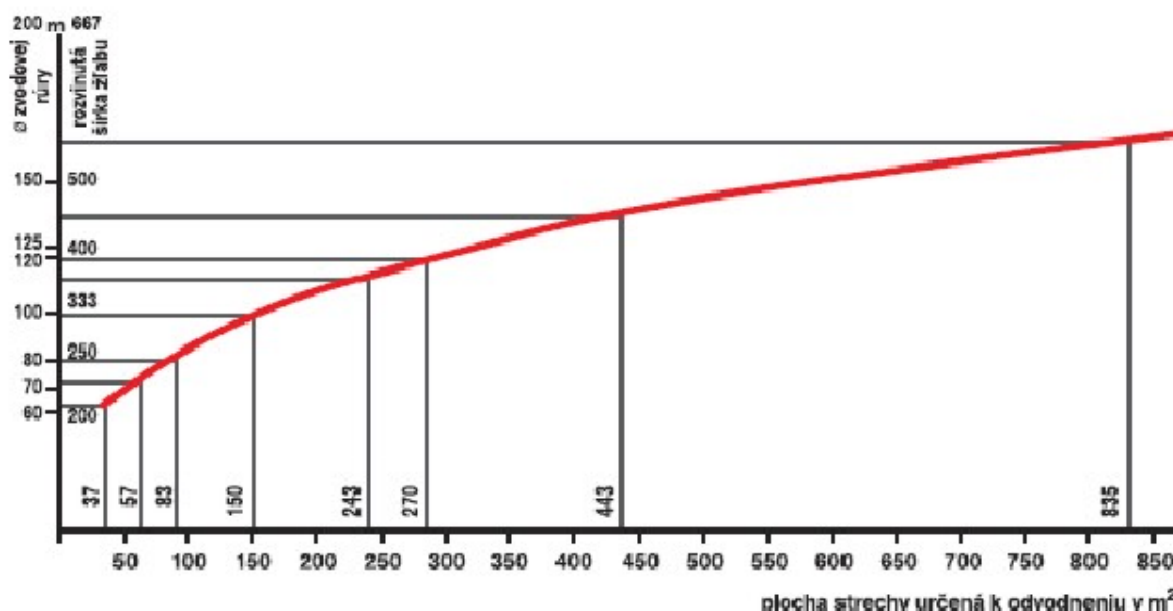
- žlab je uložen ve sklonu 0,5%
- žlab je přímý bez koutů a rohů
- žlab je napojen na jedno dešťové odpadní potrubí umístěné na konci žlabu
- průtok ve žlabu je uveden v místě výtoku vody ze žlabu
- hydraulická kapacita není ovlivněna tvarem výtoku ze žlabu
- drsnost žlabu je uvažována hodnotou $n = 0,22$ (charakterizuje rychlost proudění vody při průtoku střešním žlabem, který může být znečištěn např. listím)
- výška plnění žlabu je rovna maximální hladině vody v místě výtoku ze žlabu
- žlab nemá dno vybaveno sítkem na zachytávání nečistot
- žlab je pravidelně čištěn

Odchylka od výše uvedených podmínek vyvolá změnu hodnot hydraulické kapacity žlabu – hodnot, které jsou uvedeny v tabulkách. Hodnoty uvedené v tabulkách jsou pouze informativní a nenahrazují normový výpočet.

Tabulka 4 – Odtokové kapacity žlabů v závislosti na jejich rozvinuté šíři

Odvodňovaná plocha střechy (m ²)	Návrhový odtok dešťové vody Q _N (l/s)	RŠ žlabu (mm)	D žlabu (mm)
29	0,9	250	110
75	2,2	333	160
130	3,9	400	200
206	6,2	500	240

Další možností, jak zjednodušeně navrhnout rozměry žlabů i svodů dle velikosti odvodňované plochy, je použití nomogramu převzatého z DIN 18 460 a DIN 1986. V praxi se nomogram pro návrh střešních žlabů a svodů běžně používá a často je i přílohou ceníků nebo montážních návodů výrobců (např. Rheinzink).



Obr. 12 – Nomogram (př. pro plochu střechy 150 m² potřebujeme žlab rozvinuté šíře 333 mm a svod 100 mm)

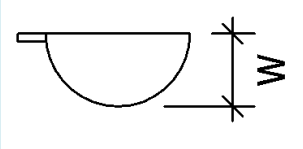
Příklad 3:

Navrhněte a posuďte podokapní žlab půlkruhového tvaru dle ČSN EN 12056-3. Jedná se o šikmou střechu odvodněnou do podokapních žlabů. Na každé straně bude vždy jedno svodné potrubí. Žlab bude mít rozvinutou šíři 400 mm a bude uložen ve spádu 0,5%. Žlab nemá rohy ani kouty a není vybaven lapačem střešních splavenin.

1. Dešťový odtok pro každou délku žlabu

$$Q = i \cdot A \cdot C = 0,03 \cdot 120 \cdot 1 = 3,6 \text{ l/s}$$

2. Části žlabu a plochy příčných profilů



$w = 93 \text{ mm}$ (dle tab. II 6 – Základní pravidla pro klempířské práce:2003)

Příčný profil $A_E = (\pi \cdot w^2) / 2 = (\pi \cdot 93^2) / 2 = 13\,578 \text{ mm}^2$

3. *Dešťový odtok Q_N*

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot A_E^{1,25}$$

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot 13578^{1,25}$$

$$Q_N = 4,07 \text{ l/s}$$

4. *Odtok dešťových vod z krátkého žlabu*

$$Q_L = 0,9 \cdot Q_N$$

$$Q_L = 0,9 \cdot 4,07$$

$$Q_L = 3,7 \text{ l/s}$$

5. *Žlab je uložen ve sklonu 0,5% - Q_L se vynásobí součinitelem odtoku F_L podle tab. 6*

$$L / W = 20\,000 / 93 = 215 \rightarrow F_L = 1,175$$

$$Q_N = 3,7 \cdot 1,175 = 4,3 \text{ l/s}$$

6. *Porovnání odtokové kapacity žlabu a odtoku dešťových vod*

$$Q_N \geq Q$$

$$4,3 > 3,6$$

Navržený žlab vyhovuje.

Návrh a dimenzování svodů

Nejmenší dovolená světlost vnitřního odpadního potrubí je DN 70 mm. Navrhuje se dle tab. 12 ČSN 75 6760, kde jsou v závislosti na jmenovité světlosti uvedeny hodnoty maximálního odtokového množství. Dle ČSN EN 12056-3 maximální odtok dešťových vod neměl být větší než hodnoty uvedené v tab. 8. Při návrhu počítáme s nižší hodnotou Q_{RWP} uvedenou v tab. 3

Tabulka 3 – Hydraulické kapacity vnitřních svodných potrubí v závislosti na jmenovité světlosti

Jmenovitá světlost vnitřního odpadního potrubí DN	Hydrarulická kapacita Q_{RWP} (ČSN EN 12056-3)	Hydraulická kapacita Q_{RWP} (ČSN 75 6760)
70	4,1	3,2
100	10,7	8,1
125	19,5	12,6
150	31,6	25,0

Svodná potrubí nesmí mít menší jmenovitou světlost než napojené dešťové odpadní potrubí a zároveň menší než 100 mm.

Při dimenzování svodů vnějšího odvodňovacího systému se postupuje podobně jako u návrhu vnitřních svodných potrubí. Vychází se opět z ČSN 75 6760, ale tentokrát z tab. 13, kde je uvedena maximální hydraulická kapacita vnějšího dešťového odpadního potrubí v závislosti na jeho jmenovité světlosti.

Tabulka 5 - Hydraulické kapacity vnějších svodných potrubí v závislosti na jmenovité světlosti

Jmenovitá světlost vnějšího odpadního potrubí DN	Hydraulická kapacita Q_{RWP} (l/s)	Odvodňovaná plocha střechy (m ²)
70	2,0	66
100	3,0	100
125	6,0	200
150	9,0	300

Jak je vidět, odtoková kapacita vnějšího odpadního potrubí je výrazně menší, než odtoková kapacita vnitřního odpadního potrubí. Je to dáno několika vlivy např. možnost zamrznutí nebo ucpání svodů, ale i omezením výtoku vody ze žlabu do svodného potrubí přes svislé hrdlo. V případě, že je žlab na svodné potrubí napojen pomocí kónického kotlíku, který proud vody usměrňuje, je možné zvětšit odvodňovanou plochu až o 30%.

REKONSTRUKCE STŘECH A REKONSTRUKCE ODVODŇOVACÍHO SYSTÉMU

Při rekonstrukcích plochých střešních pláštů je nutné řešit i odvodnění a odvodňovací prvky. Střechy bývají často nedostatečně spádované a mnohdy ani odvodnění nesplňuje již zmíněné podmínky. Při úplných sanacích střech se používají dvouúrovňové střešní vpusti se systémovou manžetou. Díly obsahují těsnící kroužky, které zabraňují vnikání vlhkosti do souvrství střešního pláště. Při sanacích s ponecháním původních vrstev jsou k dispozici speciální sanační vtoky, které je možné zasunout do původního odvodňovacího systému. Pozor ale na skutečnost, že tyto vtoky zmenšují stávající průměr a tím výrazně ovlivňují odtokovou kapacitu. Při větším dešti nebo přívalových srážkách by mohlo dojít k zahlcení systému případně vytvoření souvislé vrstvy vody na ploše střechy, která by mohla být i riziková pro nosnou konstrukci z hlediska zatížení (50 mm tlustá vrstva vody má hmotnost 50 kg/m²). V těchto případech je vždy nutné prověřit odtokovou kapacitu stávajících a nově navrhovaných vtoků s ohledem na požadavky norem.

Někdy se z důvodu nižší pořizovací ceny používají tzv. měkké vtoky. Skutečnost je ale taková, že tyto vtoky nesplňují nejzákladnější požadavky jako např. zkušební zatížení, trvalá deformace či průtoky měřené ve zkušebně. Měkké vtoky neumožňují vodotěsné napojení do hrdla dešťového odpadního potrubí ani nejsou vybaveny těsnícími prvky k případnému zamezení unikání vodních par do souvrství střechy. Z těchto důvodů není doporučeno jejich použití k trvalému odvodnění střechy, mohou však sloužit jako provizorium před dodáním standardních střešních vtoků.

V praxi se také setkáváme s použitím vtoků se šroubovací přírubou. Nejčastější poruchy těchto prvků, které mají za následek protékání do souvrství střešního pláště, jsou důsledkem postupného povolování příruby anebo jejího přetažení. V obou případech příruba nedoléhá a netěsní. Z těchto důvodů by měly být vždy používány vtoky s integrovanou manžetou, která zajistí bezchybné napojení na hydroizolaci.

U vnějšího odvodňovacího systému se nejčastěji setkáváme se zanesenými žlaby nebo svodným potrubím. Nejjednodušším způsobem opětovného fungování je žlab vyčistit. Dalším problémem může být nedostatečný odtok vody nebo zadržující se voda ve žlabech. To bývá

většinou způsobeno uložením žlabu v nízkém spádu (méně než 0,5 %) nebo zahnutím háků směrem k fasádě.

Někdy dochází k zahlcení odvodňovacího systému a dochází k přetékání vody přes hranu žlabu na terén nebo fasádu. To je známka poddimenzování, které může vyřešit zvětšení průměru žlabu nebo někdy jen osazení kónického kotlíku.

Žlaby a svody bývají také často napadeny korozí nebo dochází k popraskání spojů. Nejčastěji je tomu tak z důvodu nedodržení požadavků na dilataci prvků, která se odvíjí od použitého materiálu.

V Mostě, 24.9.2015

za společnost Hipos s.r.o.
Ing. Michaela Benková
technický manažer