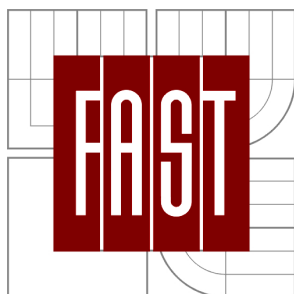


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

NADSTANDARDNÍ RODINNÝ DŮM

SEMINÁRNÍ PRÁCE – JEDNOPLÁŠŤOVÉ PLOCHÉ STŘECHY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELORS THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VERONIKA VÍŠKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUKÁŠ DANĚK, Ph.D.

BRNO 2014

Obsah

1 ÚVOD.....	3
2 PLOCHÉ STŘECHY OBECNĚ.....	3
2.1 Základní rozdělení plochých střech.....	5
3 POŽADAVKY NA KONSTRUKCE PLOCHÝCH JEDNOPLÁŠŤOVÝCH STŘECH.....	7
3.1 Okrajové podmínky návrhu střech.....	8
3.1.1 zeměpisná poloha	8
3.1.2 teplota vzduchu.....	8
3.1.3 sluneční záření.....	8
3.1.4 déšť.....	8
3.1.5 sníh.....	9
3.1.6 vítr.....	10
3.1.7 spad a chemické exhalace.....	12
3.1.8 biologické a bakteriologické vlivy.....	12
3.1.9 hluk a chvění.....	12
3.1.10 vlivy vnějšího a vnitřního provozu.....	12
3.2 Tepelně technické požadavky.....	13
3.2.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si} [°C].....	13
3.2.2 Součinitel prostupu tepla U [W.m-2.K-1].....	13
3.2.3 Kondenzace vodních par	14
4 MATERIÁLY JEDNOTLIVÝCH VRSTEV.....	15
4.1 Hydroizolační vrstva.....	15
4.1.1 Asfaltové pásy.....	16
4.1.2 Hydroizolační fólie.....	17
4.1.3 Stěrkové hydroizolace.....	18
4.2 Tepelně izolační vrstva.....	18
4.2.1 Desky z minerálních vláken.....	18
4.2.2 Pěnové polymery.....	19
4.3 Spádová vrstva.....	19
4.4 Parotěsná vrstva.....	20
4.5 Vrstvy separační, ochranné, dilatační, drenážní, filtrační.....	20
4.5.1 Separální vrstva.....	20
4.5.2 Dilatační vrstva.....	20
4.5.3 Ochranná vrstva.....	20
4.5.4 Drenážní a filtrační vrstva.....	21
4.5 Expanzní vrstva.....	21
4.6 Vrstva stabilizační.....	21
4.7 Provozní vrstva.....	21
5 STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ.....	22
5.1 Lepení.....	22
5.2 Natavení.....	22
5.3 Mechanické kotvení.....	23
5.4 Přitížení.....	23
6 ZÁVĚR.....	23

1 ÚVOD

Střecha je obálkou budovy a patří mezi nejvíce namáhané konstrukce z hlediska působení vnějších vlivů (povětrnosti, dešti, sněhu) a svou kvalitou a funkční spolehlivostí ovlivňuje způsobilost celého objektu. Od střechy se požaduje, aby odolávala všem vlivům vnějšího, popř. i vnitřního prostředí a zároveň aby společně s ostatními obalovými konstrukcemi zabezpečovala požadovaný stav vnitřního prostředí.

Důsledkem chybného návrhu souvrství, popřípadě chybné realizace, je nefunkční střecha. Tato nefunkčnost se projevuje například v zatékání či ve zvýšení kondenzace v konstrukci. Průvodním jevem těchto závad je pak mimo jiné snížení izolační schopnosti střechy, v zimě tedy dochází k prochládání budovy střešním pláštěm a v létě naopak nastává intenzivní prohřívání podstřešních prostorů.

Seminární práce je zaměřena na analýzu jednotlivých vrstev plochých jednoplášťových střech. Cílem této práce je zvolit co nejvhodněji souvrství střechy tak, aby byla zabezpečena její funkčnost a nedocházelo k výše zmíněným nežádoucím jevům. A zjištěné poznatky následně aplikovat do projektu mé bakalářské práce.

2 PLOCHÉ STŘECHY OBECNĚ

Jako ploché střechy jsou označovány střešní plochy se sklonem menším než 5°. Místo střešní krytiny (v současnosti se ve většině případů jedná o keramické pálené střešní tašky) je chráněna hydroizolace (jedná se o materiály na bázi asfaltů či PVC), tedy povlaková krytina.

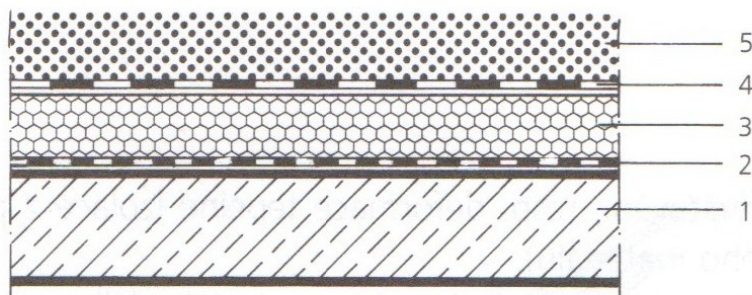
Ploché střechy jsou ze stavebně - fyzikálního hlediska zhotoveny ve dvou typech konstrukce:

- a) *jednoplášťová neodvětrávaná plochá střecha (obr. 2.1)*

- b) *dvouplášťová odvětrávaná plochá střecha (obr. 2.2)*

U neodvětrávané, tzv. teplé střechy, tvoří nosná konstrukce společně s povlakovou krytinou jeden celek, který se v závislosti na vnějších vlivech a dané skladbě vrstev zahřívá jako jedna celistvá hmota. Naopak u odvětrávané, tzv. studené střechy, odděluje vzduchová vrstva tepelněizolační vrstvu s nosnou konstrukcí od

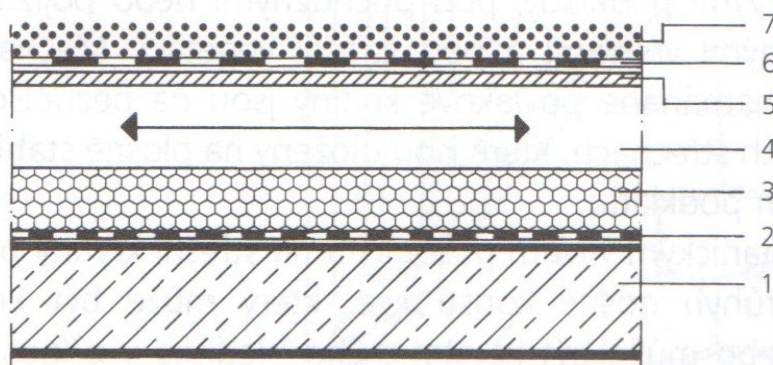
povlakové krytiny. Střešní konstrukce tak netvoří jeden celek, vzduchovou dutinou je rozdělena na dvě části, tzn. 1. část tvoří nosná konstrukce střechy, tepelná izolace a 2. část tvoří povlaková krytina, která se pak při nižších venkovních teplotách nachází ve „studené zóně“. [3]



Obr. 2.1 Schematické znázornění jednoplášťové neodvětrávané ploché střechy („teplé střechy“)

1 – nosná konstrukce (monolitická deska), 2 – parotěsná zábrana (parozábrana), 3 – tepelná izolace, 4 – povlaková krytina, 5 – ochranná povrchová vrstva

[NEUMANN, D., WEINBRENNER, U., HESTERMANN, U., RONGEN, L. *Stavební konstrukce II..* Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2006]



Obr. 2.2 Schematické znázornění dvouplášťové odvětrávané ploché střechy („studené střechy“)

1 – nosná konstrukce (monolitická deska), i konstrukce z lehčených desek, 2 – lehká parozábrana (kap. 2.2.4 a 2.3.1), 3 – tepelná izolace, 4 – odvětrávaný prostor, 5 – nosná konstrukce, na kterou se ukládá horní plášť, 6 – povlaková krytina, 7 – ochranná povrchová vrstva

[NEUMANN, D., WEINBRENNER, U., HESTERMANN, U., RONGEN, L. *Stavební konstrukce II..* Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2006]

Sklon ploché střechy s povlakovou krytinou má být nejméně 2 %. Zpravidla se při realizaci ploché střechy používá sklon alespoň 5% (tj. 3°), a to z důvodu dovolených tolerancí rovinnosti a průhybů nosné konstrukce, při překryvu a zpevňování povlakové krytiny, kdy mohou vznikat překážky zabraňující odtoku vody a dochází k tvorbě louží na střeše. [3]

Dle DIN 18 531 se rozlišují tyto skupiny sklonu: I: do 3° (5%),
II: nad 3°, do 5° (9%),
III: nad 5°, do 20° (36%),
IV: nad 20°.

2.1 Základní rozdělení plochých střech

Z hlediska využití se ploché střechy dělí na:

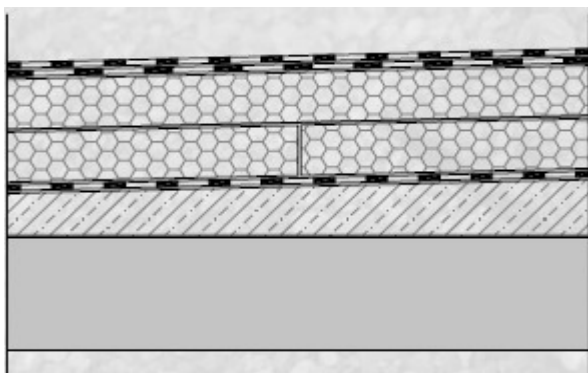
- a) bezúčelové, které jsou pochůzné jen při údržbě,
- b) účelové, které slouží pro pohyb osob a vozidel (terasy, parkoviště, přistávací plochy),
- c) vegetační.

Dle tepelné izolace:

- a) nezateplené
- b) zateplené

Dle umístění tepelně izolační vrstvy:

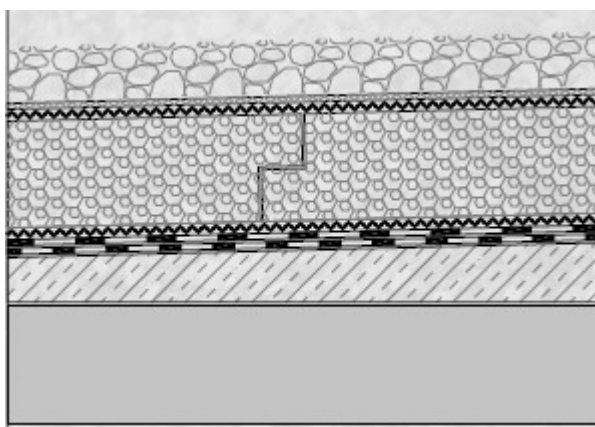
- a) jednoplášťová střecha, skladba klasická (obr. 2.3)
- b) jednoplášťová střecha, skladba obrácená - inverzní (obr. 2.4)
- c) jednoplášťová střecha kombinovaná - DUO (obr. 2.5)
- d) kompaktní střechy (obr. 2.6)



obr. 2.3 klasická skladba

SKLADBA

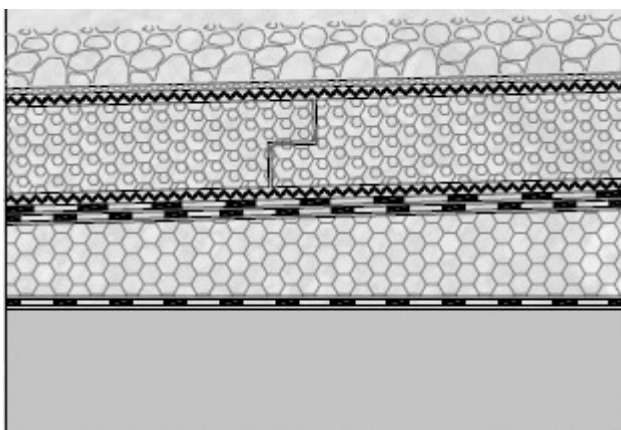
- 1 hydroizolační vrstva
- 2 tepelně izolační vrstva
- 3 parotěsná vrstva
- 4 spádová vrstva
- 5 nosná konstrukce



obr. 2.4 obrácená (inverzní) skladba

SKLADBA

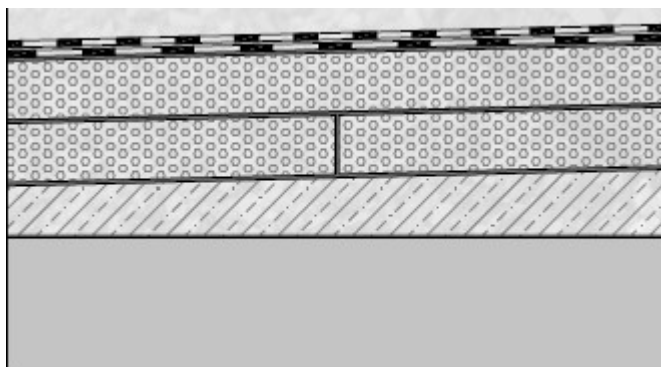
- 1 stabilizační vrstva
- 2 filtrační vrstva
- 3 drenážní vrstva
- 4 tepelně izolační vrstva
- 5 hydroizolační vrstva
- 6 spádová vrstva
- 7 nosná konstrukce



obr. 2.5 střecha kombinovaná (DUO)

SKLADBA

- 1 stabilizační vrstva
- 2 filtrační vrstva
- 3 drenážní vrstva
- 4 tepelně izolační vrstva
- 5 drenážní vrstva
- 6 hydroizolační vrstva
- 7 tepelně izolační spádová vrstva
- 8 parotěsná vrstva
- 9 nosná konstrukce



obr. 2.6 kompaktní střecha

SKLADBA

- 1 HI – 2x asfaltový pás
- 2 horký asfalt
- 3 pěnové sklo, ve 2 vrstvách
- 4 horký asfalt
- 5 penetrace
- 6 spádová vrstva
7. nosná konstrukce

Dle materiálu vodotěsnicí vrstvy:

- a) hydroizolační pásy (asfaltové pásy, plastové fólie a pryže)
- b) stěrky

Dle způsobu stabilizace střešního pláště:

- a) mechanicky kotvené systémy
- b) lepené systémy
- c) přitížené stabilizační vrstvou

[3]

3 POŽADAVKY NA KONSTRUKCE PLOCHÝCH JEDNOPLÁŠŤOVÝCH STŘECH

Plochá střecha musí být navržena a zhotovena tak, aby byla hospodárná, vhodná k danému účelu a zároveň aby plnila základní požadavky, kterými jsou mechanické stabilita a odolnost, požární bezpečnost, ochrana proti hluku, bezpečnost při užívání, úspora energie a ochrana tepla.

Pro návrh střechy je třeba znát specifika konkrétního objektu a místních podmínek lokality, na které se objekt nachází. Některé požadavky stanovuje investor. Dále musíme uvážit jakému účelu bude střecha sloužit, jaké bude její využití.

3.1 Okrajové podmínky návrhu střech

Rozhodujícími vlivy, které významně ovlivňují složení střešního pláště jsou:

3.1.1 zeměpisná poloha

Má vliv na klimatickou odolnost materiálů. Materiály, použité ve skladbě střešní konstrukce, by měly působení klimatických vlivů odolávat aniž by došlo ke zhoršení fyzikálních a jiných užitkových vlastností.

3.1.2 teplota vzduchu

Ovlivňuje především tepelně – technický režim konstrukce. Vyhodnocují se teplotní poměry v letním a zimním období a výsledkem je navržení obalových konstrukcí (střechy) z hlediska tepelné techniky. Ne vždy jsou rozhodující teploty naměřené v zimním období, jedná se o teplejší zeměpisné oblasti. Nejvyšší průměrná teplota v Evropě je v červenci.

3.1.3 sluneční záření

Nebezpečné je zejména UV spektrum, které urychluje proces stárnutí vnějších vrstev ploché střechy, zvláště pak krytin. Dlouhodobým vývojem materiálů se postupně získala odolnost proti UV záření, jedná-li se například o povlakové krytiny (hydroizolace) na bázi asfaltů a plastů.

3.1.4 déšť

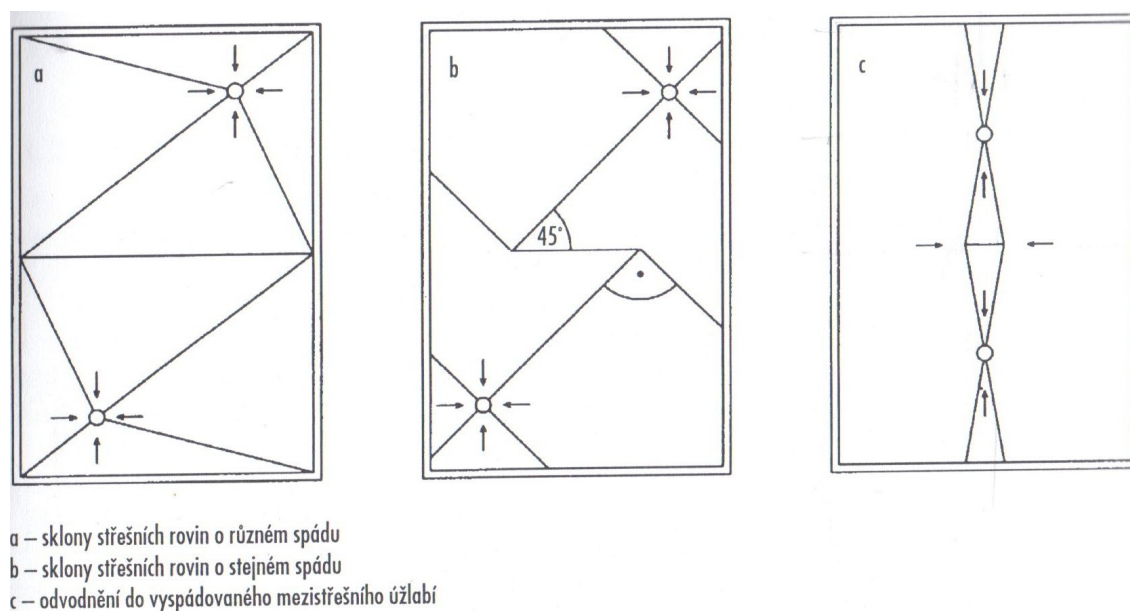
Při dimenzování odvodňovací prvků střech vycházíme výpočtu průtoku Q_d [l/s] dle vztahu $Q_d = q_d \times \Psi \times S$ [l/s], kde q_d – vydatnost deště [l/s.m²]

Ψ – součinitel odtoku [-]

S – půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

Na základě vypočteného množství dopadající vody Q_d se stanoví profily střešních vtoků a odpadního potrubí.

Ploché střechy se navrhují zpravidla s odvodněním dovnitř dispozice. Schemata odvodnění jsou patrná z obrázku 2. Z důvodu bezpečnosti se pro každou střešní plochu používají minimálně dva vtoky, jejichž vzdálenost by neměla být větší než 20 m. Vtoky se umísťují minimálně 1 m od konstrukcí vyčnívajících nad střešní rovinu, jinak může dojít k jejich zanesení nečistotami či sněhem. Dále musí být zabezpečeno, aby voda vždy odtékala ze střechy pryč a nepronikala do okolních konstrukčních prvků. Z tohoto důvodu jsou navrhovány nouzové přepady (chrliče).



Obr. 3.1 Příklady vhodného odvodnění jednoplášťových plochých střech
[FAJKOŠ, A., NOVOTNÝ, M. *Střechy – základní konstrukce*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2003]

3.1.5 sníh

Výpočtové zatížení sněhem S [kN.m^{-2}] se stanoví dle vztahu

$$S = s_0 \cdot c \cdot k \cdot n \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}, \text{ kde } s_0 - \text{základní tíha sněhu [kN.m}^{-2}\text{]}$$

$$c - \text{tvarový součinitel střechy [-]}$$

k – součinitel vyjadřující závislost na tíze zastřešení

(krytina, světlíky atd.) [-]

n – součinitel zatížení [-]

V ČR se hodnoty základní tíhy sněhu s_0 stanovují v závislosti na nadmořské výšce, dle ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí.

Tvarový součinitel střechy c se určí podle hlavních tvarů střechy, jejího sklonu a sněhové oblasti. Konkrétní hodnoty se stanoví dle statických schémat zatížení, obvykle v rozmezí 0 – 3 [-].

3.1.6 vítr

Celou skladbu střechy je nutné chránit proti nadzdvižení (zejména proti sání větru). Z hlediska zatížení větrem musíme věnovat zvláštní pozornost okrajovým částem střechy (jako jsou atiky, římsy apod.), zvláště pak oplechování a zajištění obvodového ukotvení hydroizolační vrstvy.

Vlivem větru nesmí dojít k poškození jednotlivých vrstev střechy či k jejímu stržení ani k odtržení lemování.

Zabezpečení povlakové krytiny se uskuteční prostřednictvím zatížení, lepení či mechanického kotvení. Viz odstavec X – stabilizace vrstev.

Rozlišujeme zabezpečení ve vnitřní, okrajové a rohové zóně střechy viz *obr.3.2*.

Základní hodnotou pro stanovení zatížení větrem je referenční rychlost větru v_{ref} [m.s⁻¹], vypočtená dle vztahu:

$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0}$ [m.s⁻¹], kde $v_{ref,0}$ – základní hodnota referenční rychlosti větru

(v mapě větrových oblastí) [m.s⁻¹],

C_{DIR} – součinitel, pro oblast ČR roven 1,

C_{TEM} – součinitel, pro oblast ČR roven 1,

C_{ALT} – součinitel nadmořské výšky,

do 700 m n. m. je roven 1.

Referenční tlak větru q_{ref} [N.m⁻²] se vypočte dle vztahu

$q_{ref} = \rho / (2 \cdot v_{ref})$ [N.m⁻²], kde ρ – objemová hmotnost vzduchu (1,25 kg.m⁻³)

Dále se stanoví tlak větru na vnitřní a vnější povrchy w_e a w_i [N.m⁻²]:

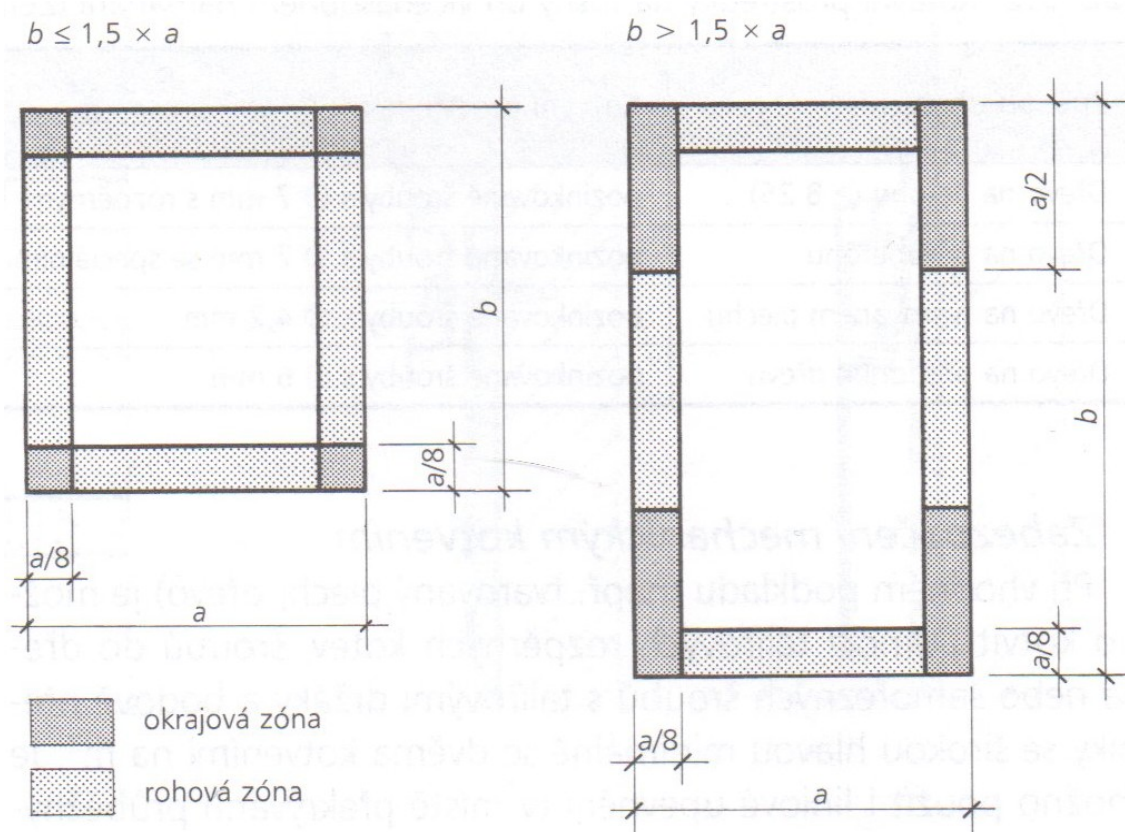
$$w_e = q_{\text{ref}} \cdot c_e(z) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_{\text{ref}} \cdot c_e(z) \cdot c_{pi}$$

kde $c_e(z)$ – součinitel expozice ve výšce z nad terénem, definován pro čtyři kategorie terénu (v hodnotách 1,6 – 4,6)

c_{pe} , c_{pi} – součinitelé vnějšího a vnitřního tlaku

Výsledný tlak je dán součtem obou složek s příslušnými znaménky. Tlak působící směrem k povrchu je brán jako kladný, tlak působící směrem od povrchu (sání) je záporný.



Obr. 3.2 Určení okrajových zón (zjednodušené rozdělení plochy, definované pro stavební objekty do 20 m)

[NEUMANN, D., WEINBRENNER, U., HESTERMANN, U., RONGEN, L. *Stavební konstrukce II.*. Bratislava: JAGA GROUP, s.r.o., 2006]

3.1.7 spad a chemické exhalace

Způsobují různé druhy a stupně degradací materiálů, zejména na vnějším povrchu konstrukcí. Mezi látky silně zvyšující agresivní účinky klimatu na konstrukce patří plynné látky kyselého charakteru (oxid siřičitý, oxid sírový, oxidy dusíku a chlovodík). Ty urychlují korozi kovových materiálů. Životnost organických materiálů (pryže, plasty, nátěrové hmoty) zase zkracují především oxidační látky (ozon, chlor, oxidy dusíku).

Částečkové emise se usazují ve formě popílku.

Směřujeme k takovému návrhu krytiny, na které částečkový spad neulpívá nebo která se snadno očistí, aniž dojde k poškození.

3.1.8 biologické a bakteriologické vlivy

Nebezpečí skýtají převážně dřevěné konstrukce střech, které mohou napadnou dřevokazné houby, plísně či hmyz. Na některé typy krytin negativně působí ptačí trus.

3.1.9 hluk a chvění

Zdrojem hluku jsou zařízení přímo na střeše (ventilátory). Na základě rozboru příčin hluku a jeho zdrojů lze pak navrhnout opatření k jeho snížení ve formě akustických úprav v konstrukci střechy.

3.1.10 vlivy vnějšího a vnitřního provozu

Nejdůležitější je vliv užitných zatížení. Pro určení užitných zatížení vycházíme z ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí.

Působení těchto vlivů je:

- *stálé* (např. zeměpisná poloha),
- *dlouhodobé* (např. exhalace),
- *periodicky se opakující* (např. sluneční záření, kolísání teplot),
- *krátkodobé* (např. déšť, sníh, vítr),

- *momentané* (např. zemětřesení).

[2]

3.2 Tepelně technické požadavky

Přesně stanovuje ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov.

3.2.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si} [°C]

Obvykle se stanovuje pro kritický detail konstrukce (tepelný most) a to řešením vícerozměrného teplotního pole. Je nutné brát v úvahu negativní vliv zvlhčení na stavební materiály ve střešním plášti v případě připuštěné kondenzace vodní páry.

Střešní konstrukce nad prostory s relativní vlhkostí pod 60 % musí vykazovat v každém místě konstrukce takový součinitel prostupu tepla, který zajistí nejnižší vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} , vypočtenou dle vztahu: [5]

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,cr} + \Delta\theta_{si} \text{ [°C]}, \text{ kde}$$

θ_{si} – skutečná povrchová teplota konstrukce [°C],
 $\theta_{si,N}$ – požadovaná hodnota nejnižší povrchové teploty konstrukce střechy [°C],
 $\theta_{si,cr}$ – kritická vnitřní povrchová teplota [°C], stanovená dle ČSN 73 0540 – 3,
 $\Delta\theta_{si}$ – bezpečnostní teplotní přírážka [°C], zohledňuje způsob vytápění vnitřního prostoru a tepelnou setrvačnost konstrukce, její hodnoty jsou uvedeny v tabulkách ČSN 73 0540 – 3.

3.2.2 Součinitel prostupu tepla U [W.m⁻².K⁻¹]

Charakterizuje tepelně izolační schopnost konstrukce. Udává míru tepelné ztráty stavební konstrukce, závisí na kvalitě materiálů, jejich tepelné vodivosti λ [W.m⁻¹.K⁻¹] a tloušťce.

Tepelná ochrana budov stanovuje dvě hodnoty součinitele prostupu tepla, podle kterých se bude daná střešní konstrukce navrhovat. Jedná se o *hodnoty doporučené* (platí pro nové budovy odpovídající evropským požadavkům, je nazývána) a *hodnoty požadované* (jsou závazné pro nové budovy).

Obě hodnoty se stanoví dle výpočtu uvedeného v ČSN 73 0540 – 3, nebo lze při určení hodnoty součinitele prostupu tepla vycházet z tabulky (tab. 1) uvedené taktéž v ČSN 73 0540 – 3. [5]

tab. 3.2.2.1 hodnoty součinitele prostupu tepla pro různé sklony střešních plášťů

Typ střechy		$U_N [W.m^{-2}.K^{-1}]$	
		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota
Plochá (do 5°)	lehká	0,24	0,16
Šikmá (5° - 45°)	těžká	0,3	0,2
Strmá (nad 45°)	lehká	0,3	0,2
	těžká	0,38	0,25

Tabulka platí pro budovy s převládající návrhovou teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$, která odpovídá návrhové vnitřní teplotě q_i většiny prostorů v budově. Za tyto budovy jsou považovány všechny budovy obytné, občanské, pokud převládající vypočtená návrhová teplota θ_{im} je v intervalu $18\text{ °C} - 24\text{ °C}$. [5]

3.2.3 Kondenzace vodních par

Ve střešní konstrukci, která odděluje interiér a exteriér, dochází k difúzi vodních par z prostoru s vyšším obsahem vodních par do prostoru s nižším obsahem vodních par. Pokud páry pronikající difúzí „naráží“ na materiál s vyšším difúzním odporem s teplotou pod hodnotu rosného bodu (teplota, při které je vzduch vodní párou právě nasycen a pára se začíná srážet), dochází ke kondenzaci.

Nahromaděná vlhkost pak ovlivňuje vlastnosti materiálů (sníží účinnost tepelných izolací), kondenzaci na vnitřním povrchu konstrukce, poškození materiálu mrazem a může způsobit úplnou destrukci konstrukce.

U konstrukcí, kde by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich funkci, musíme možnost kondenzace úplně vyloučit. Uvnitř skaldeb některých konstrukcí je kondenzace přípustná, ovšem s následujícími omezeními: dle ČSN 73 0540

1. Zkondenzovaná pára neohrozí funkci konstrukce.
2. Bude kladná roční bilance vodní páry $M_{c,a} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}] < M_{ev,a} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}]$

kde $M_{c,a}$ - kondenzace

$M_{ev,a}$ – výpar

3. Množství zkondenzované vodní páry je menší než $0,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$ a 3 % plošné hmotnosti materiálu, kde dochází ke kondenzaci.

Vše se ověřuje výpočtem dle ČSN 73 0540.

Abychom problémům s nepříznivou kondenzací předešli, navrhujeme do skladem střešních plášťů parozábranu. Parozábrana se umísťuje co nejbližší interiéru, pod tepelně izolační vrstvu. Dále je snaha omezit zabudovanou nebo zateklou vodu do skladby, betonové vrstvy by se neměly uzavírat mezi parozábranu a hydrizolaci.

Materiál parozábrany se vybírá podle schopnosti tohoto materiálu bránit difuzi vodní páry. Jedná se o hodnotu tzv. ekvivalentní difúzní tloušťky s_d [m], vypočtené dle vztahu:

$$s_d = \mu \cdot d$$

kde μ – faktor difúzního odporu materiálu [-],

d – tloušťka materiálu [m].

[3]

4 MATERIÁLY JEDNOTLIVÝCH VRSTEV

4.1 Hydroizolační vrstva

Je vrstva nepropustná pro vodu v kapalném i pevném skupenství.

Tato vrstva je nejdůležitější vrstvou v ploché střeše, má charakter vodotěsného povlaku, který je stejně vodotěsně napojen na veškeré vnější (atiky, římsy) i vnitřní (vtoky, komíny, potrubí, světlíky) okraje. HI vrstva může být umístěna na vnějším

povrchu střechy, nebo uprostřed střešního souvrství (jak je tomu například u střech obrácených nebo provozních).

4.1.1 Asfaltové pásy

Základní složení asfaltového pásu je:

- *úprava horního povrchu* – V první řadě slouží k zamezení nežádoucího slepení v roli při přepravě. Povrch se tedy opatří posypem jemným křemičitým pískem (lze k podkladu natavovat i lepit do horkého nebo studeného asfaltu), nebo posypem jemným mastkem (lze k podkladu natavovat), nebo polyetylenovou (PE) fólií (lze pouze natavovat), nebo polypropylenovou (PP) fólií (lze natavovat i horkým vzduchem).
 - *úprava horní krycí asfaltové vrstvy* – Pokud je asfaltový pás určen jako poslední ve střešním souvrství, je na jeho povrch kladen požadavek ochrany proti UV – spektru slunečního záření (pouze u pásů s asfalty oxidovanými a modifikovanými), případně požadavek na dekorativní úpravu (u pásů ze všech typů asfaltů). Tyto úpravy se provádějí barevnými břidličnými šupinami, posypem ze speciálně upravených barevných čedičových granulí, nebo posypem z hrubších barevných keramických granulí. Pro dosažení dlouhodobé stálosti a tím i funkčnosti ochranného posypu se posypy hydrofobizují. Některé povrchy se mohou opatřit profilovanými nebo hladkými fóliemi z hliníku či mědi.
 - *nosná vložka* – Ovlivňuje prostorovou stabilitu při výrobě a pokládání, difúzní propustnost, pevnost a průtažnost, způsob natavování, možnost mechanického kotvení, protipožární vlastnosti. Podle nasákavosti se dělí na nasákavé (tato se pro hydroizilační vrstvu nepoužívají) a nenasákavé.
 - *spodní krycí asfaltová vrstva* – Speciální úpravy spodních povrchů se uplatňují u asfaltových pásů určených pro sanace starých asfaltových krytin, nebo pro vytvoření expanzní vrstvy. Spodní povrch pásu se posype hrubozrnným pískem (v nepřilepených místech posyp znemožní další postupné samovolné přilepení).
- Z hlediska tloušťky se asfaltové pásy dělí na:
- *pásy typu A:* Jedná se o papírové lepenky nebo skleněná rouna. Jejich tloušťka nepřevyšuje 1 mm. Jako HI vrstva se do plochých střech nehodí.

- *pásky typu R:* Tloušťka asfaltových kracích vrstev je do 1 mm a celková tloušťka nepřesahuje 2,5 mm. Lze je použít pouze v určitých případech jako spodní vrstvu hydroizolačního souvrství.

- *pásky typu R:* Tloušťka asfaltových krycích vrstev je nad 1 mm a celková tloušťka pásu se pohybuje od 4 mm do 5 mm. Tyto pásy jsou tvořeny v souladu s požadavky ČSN 73 0600 Hydroizolace staveb, základní ustanovení, případně dle pokynů výrobce. Používají se jako vrchní HI vrstva do plochých střech.

Výhody asfaltových pásů:

- dobrá snášenlivost s polystyrenem
- tloušťky v souvrstvích jsou až 9 mm, jsou tedy mechanicky odolné
- dají se natavit na široký sortiment oplechování
- finální pásy s břídlíčným posypem jsou esteticky přijatelné

Nevýhody asfaltových pásů:

- poměrně těžký materiál
- při vysokých teplotách dochází k měknutí a může dojít k zašlapání ochranného posypu
- natavují se plamenem, což na některých stavbách nelze provést z důvodu vyloučení použití otevřeného ohně

4.1.2 Hydroizolační fólie

Lze je rozdělit na: termoplasty (př. měkčené PVC), elastomery (př. polyizobutylén PIB), termoplastické elastomery (př. etylén-propylén-monomeru EPM)

Výhody hydroizolačních fólií:

- lehký materiál, nižší plošná hmotnost oproti asfaltovým pásům
- zpracovatelnost za nižších teplot než u asfaltových pásů
- možnost sváření horkým vzduchem, nebo lepení lepidly
- odolné proti UV spektru bez jakýchkoli povrchových úprav
- aplikace pouze v jedné vrstvě

Nevýhody hydroizolačních fólií:

- špatná možnost optické kontroly těsnosti spojů
- vyšší náchylnost k mechanickému poškození oproti souvrství asfaltových pásů

- nesnášenlivost s materiály na bázi asfaltu či polystyrenu

4.1.3 Stěrkové hydroizolace

Na stavbu se dodávají v tekutém stavu. Na vhodný podklad se nanášejí za studena natíráním speciálními kartáči, nebo nástřikem. Po zatuhnutí vzniká kompaktní HI fólie. Dělí se na: asfaltové, akrylátové, polyuretanové, polyesterové pryskyřice.

Výhody stěrkových hydroizolací:

- lehký materiál
- možno provést hydroizolaci i na střechách s velmi proměnnými sklony a nerovným povrchem
- možnost sváření horkým vzduchem, nebo lepení lepidly
- při kvalitním provedení dokonale utěsňují veškeré prostupy střešním pláštěm

Nevýhody stěrkových hydroizolací:

- velká pracnost při nanášení
- zvýšené nároky na povrch, na který se stěrka nanáší
- lidský faktor – nerovnoměrné nanesení stěrkové hmoty

[2]

4.2 Tepelně izolační vrstva

Zajišťuje požadovaný stav vnitřního prostředí a brání nežádoucímu úniku tepla z objektů, popř. chrání stavební konstrukce před nepříznivým působením teploty. Navrhují se z materiálů, které mají omezenou schopnost přijímat vodu a vlhkost. Při návrhu se bere dále v potaz tepelná vodivost materiálu λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], faktor difúzního odporu, objemová hmotnost, pevnost v tlaku, hořlavost, tvarová a objemová stálost. Tepelně izolační vrstvy se navrhují dle ČSN 73 0540 – 1 až 4.

4.2.1 Desky z minerálních vláken

Naprosto stabilní, tudíž není nutné provádět mezi tepelnou izolací a hydroizolací žádnou dilatační úpravu. Vzhledem k minimálnímu difúznímu odporu plní desky současně funkci expanzní. Některé desky lze vyrobit ve spádu tak, že potom nahradí

i spádovou vrstvu. Tužené desky lze při výrobě opatřit asfaltovou vrstvou, vytvoří tak kompletizovaný dílec, který se započítává do hydroizolačního souvrství.

4.2.2 Pěnové polymery

Expandovaný pěnový polystyrén (EPS): Problémy s přímým lepením a natavováním asfaltových pásů. Z EPS lze vyrábět spádové klíny. Je zdravotně nezávadný, snadno se opracovává a pokládá, je odolný proti všem ve vodě rozpustným látkám.

Extrudovaný pěnový polystyrén (XPS): Má uzavřenou buněčnou strukturu, čímž se snižuje tepelná vodivost a nasákavost. Má poměrně vysokou pevnost v tlaku. Neodolává organickým rozpouštědlům.

Pěnový polyuretan (PU): Odolává organickým rozpouštědlům. Hlavní uplatnění v dílcích na jednoplášťových střechách spočívá v sendvičových částečně kompletizovaných deskách.

Pěnové sklo: Je velmi odolné vůči většině chemikálií, objemově stabilní (v porovnání asi jako beton). Má vysokou pevnost v tlaku.

4.3 Spádová vrstva

Slouží k vytvoření sklonu především hlavní a pojistné hydroizolace směrem k odvodňovacím prvkům.

Sklonová vrstva se vytváří následujícími způsoby:

- *násypy* – v současnosti se už nepoužívá. Zároveň plnily funkci tepelně izolační. Nejčastěji se používalo materiálů: škvára, štěrka, písek, keramzit.
- *monolitické konstrukce* – mezi tradiční materiály patří betonové mazaniny nebo lépe lehčené silikátové vrstvy (polystyrenbeton, cementová pěna, perlitbeton). Při použití těchto sklonových vrstev je třeba počítat s rizikem zabudované vody a technologické pauzy. Minimální tloušťka mazaniny by měla být 50 mm. Monolitickou spádovou vrstvu je dále nutné rozdělit na dilatační celky prostřednictvím dilatačních spar.

4.4 Parotěsná vrstva

Omezuje nebo téměř zamezuje pronikání vodní páry do stavební konstrukce, do vnitřního či vnějšího prostředí. Parozábrana se umísťuje co nejbližší interiéru, pod tepelně izolační vrstvu. Nikdy se neumisťuje pod monolitickou spádovou vrstvu. Její použití závisí na tepelných a difuzních odporech jednotlivých vrstev střešního pláště. Nejčastěji se používá asfaltových pásů vyztužených hliníkovou fólií.

4.5 Vrstvy separační, ochranné, dilatační, drenážní, filtrační

4.5.1 Separální vrstva

Odděluje dvě vrstvy ve střešním plášti z důvodů mechanických, chemických či jiných. Nejčastěji se používá textilie z plastových vláken nebo plastové fólie.

4.5.2 Dilatační vrstva

Vytváří ji mezi hydroizolační vrstvou a podkladem expanzní vrstva viz 4.5. Obvykle se používá jedna nebo více plastových fóli, silnější textilie z plastových vláken, asfaltové pásy typu A. Umožňuje pohyby vrstev střechy vyvolané změnou teploty, vlhkosti, zatížení.

4.5.3 Ochranná vrstva

Chrání HI vrstvu, popřípadě další vrstvy střešního pláště před okolními nepříznivými vlivy. Jejich úkolem je prodloužit životnost hydroizolačních vrstev.

Typy ochranných vrstev:

- lehké (ochranné nátěry a nástříky)
- těžké (násypy a provozní úpravy)

4.5.4 Drenážní a filtrační vrstva

Drenážní vrstva odvádí srážkovou či provozní vodu ze střechy a tím přispívá k trvanlivosti konstrukce. Pokládá se nad HI vrstvu. Používají se profilované fólie z vysokohustotního polyetylenu (HDPE).

Filtrační vrstva zachycuje jemné podíly sypkých látek vyplavovaných z některých vrstev střešního pláště. Pro filtrační vrstvy se obvykle používají tkané nebo netkané textilie z plastových vláken.

4.5 Expanzní vrstva

Tenká vzduchová vrstva či vrstva s velkou pórovitostí, která vyrovnává rozdíly tlaků vodní páry mezi daným místem střešního pláště a vnějším prostředím. Umisťuje se zásadně pod hydroizolační vrstvu. Nejúčinnější expanzní vrstvu tvoří volně položená vrstva hydroizolace mechanicky zakotvená, nebo přitížená stabilizační nebo jinou provozní vrstvou. Doporučuje se napojit na vnější prostředí po obvodě.

4.6 Vrstva stabilizační

Svou hmotností zajišťuje polohu dalších vrstev střechy například proti sání větru, nebo vztlaku vody. Pokládá se nad hydroizolační vrstvu. Vždy plní funkci vrstvy ochranné. Používá se násypu z říčního štěrku (oblázky), nebo u střech provozních se může využít například dlaždic.

[4]

4.7 Provozní vrstva

Umístěná na povrchu střech umožňuje využití střech jako pochůzných nebo pojížděných teras nebo střešních zahrad, sportovních hřišť atd.. Tvoří je mazaniny z různých druhů betonu, dlažby kladené do maltového lože nebo podsypu, dlažby kladené na podložky. Povrch je třeba navrhnout v takovém sklonu, aby srážková voda odtékala do odvodňovacích prvků a nevytvářely se kaluže.

Pomocí separačních vrstev se musí zabránit pevnému spojení s hydroizolací.

Dlaždice lze klást do maltového lože, ale prvky mohou podléhat teplotně podmíněným změnám, tudíž je nutné ve vzdálenosti maximálně 2 m vytvořit spáry procházející maltovým lůžkem, které se vyplní pružným materiálem. O něco lepší je dlaždice pokládat na bodových ložiscích (rektifikačních terčích), desky se pak lehce dodatečně vyrovnají.

5 STABILIZACE STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

Provádí se zejména proti účinkům sání větru (dynamickým účinkům). Špatná stabilizace může vést k poškození nebo až k totální destrukci střechy. Je nutné stabilizovat všechny vrstvy střešního pláště v ploše.

5.1 Lepení

Klade vysoké požadavky na kvalitu lepení (podklad musí být bez nerovností, ostrých výčnělků, odmaštěný, čistý).

Způsob použití:

- povlakové HI mají spodní povrch opatřen samolepicí vrstvou (lze použít v místech, kde se nesmí používat otevřený plamen, nebo při kladení EPS)
- povrchy asfaltových pásů jsou opatřeny snadnotavitelnou úpravou (ožehnutí plamenem aktivuje lepicí hmotu)
- obyčejné lepidlo

5.2 Natavení

Nejběžnější způsob montáže hydroizolace z asfaltových pásů, které se natavují pomocí plamene. Nelze tedy provádět natavení na hořlavé podklady.

Plnoplošné natavení (vzájemné spojení asfaltových pásů) nebo bodové natavení (tímto se vytvoří expanzní vrstva).

5.3 Mechanické kotvení

Pomocí kovových či plastových kotvicích prvků (kotevní šroub + přítlačná podložka). Lze provést na jakýkoliv podklad a lze přesně navrhnout a následně zkontrolovat kvalitu zakotvení střešního pláště. Kotvení se provádí v přesazích, je překryto přesahem sousedního pásu a zavařeno.

5.4 Přitížení

Je vhodným způsobem pro střechy provozní, např. terasy. Vlastní hydroizolační vrstva pak nemusí být kotvena k podkladu. Zpravidla se používá dlažby či násypu z kameniva, dle účelu střechy.

[1]

6 ZÁVĚR

Zvolením správného pořadí souvrství ve střeše a použitím všech potřebných a vhodných vrstev dosáhneme požadované funkčnosti střechy. Při návrhu je třeba také zvážit a správně vyhodnotit okrajové podmínky a tepelně technické hledisko.

Výstupem práce bude návrh souvrství dvou plochých střech a to: *bezúčelových* (zastřešení garáže a 2.NP) *obr. 6.1*

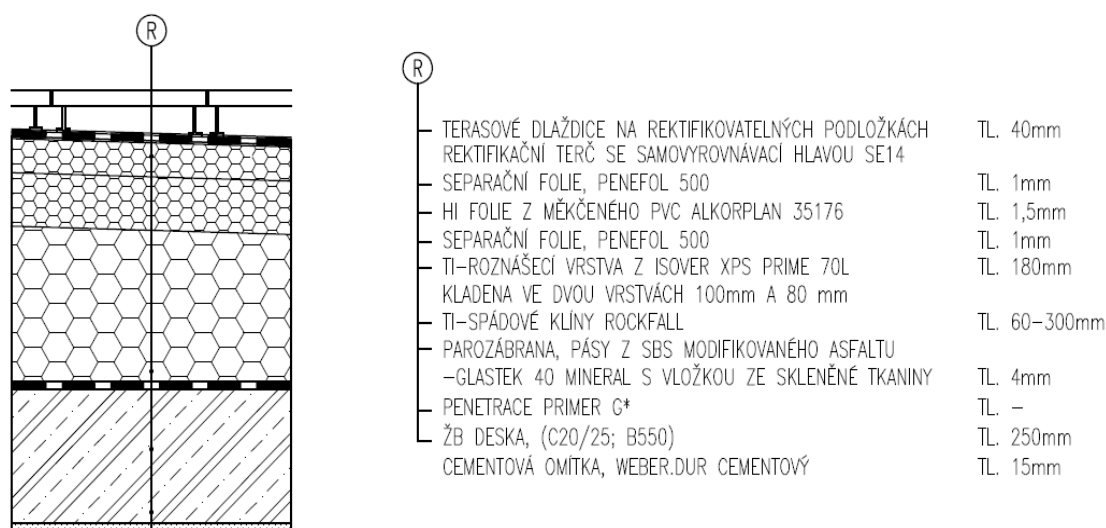
účelových - provozních (zastřešení 1.NP, kde bude střechy využito jako relaxační terasy přístupné z ložnice a koupelny 2.NP) *obr. 6.2.*

V obou případech bude hydroizolace stabilizována pritížením u nepochozí střechy vrstvou oblázků u pochozí terasovými dlaždicemi na rektifikovatelných podložkách. Toto pritížení bude tvořit zároveň ochrannou funkci hydroizolační vrstvy. Tím, že bude hydroizolace volně položena, vytvoří expanzní vrstvu, která vyrovná rozdíly tlaku vodní páry.

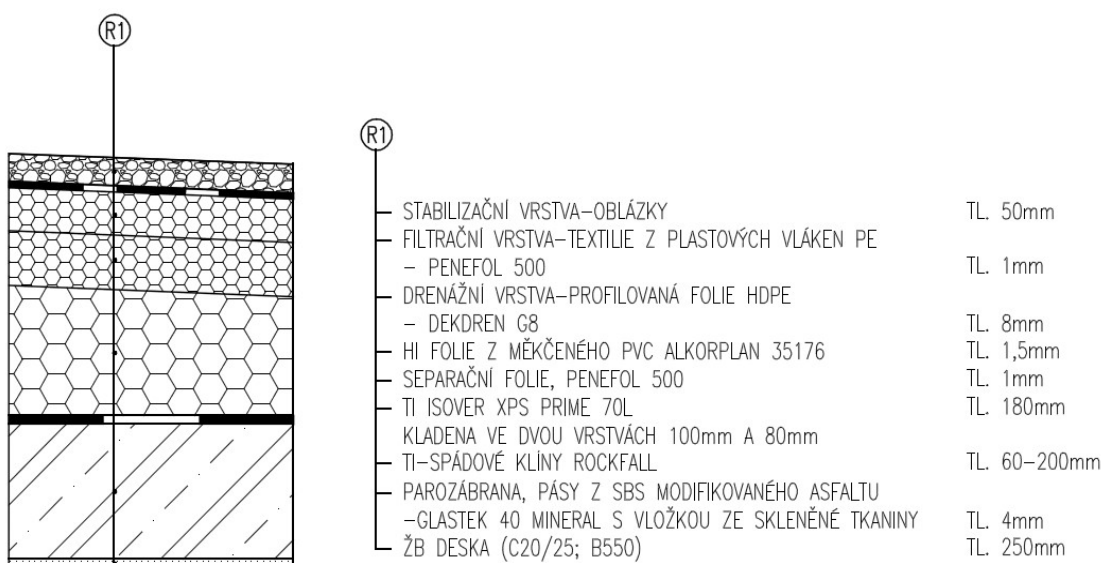
Spádová vrstva bude opět u obou střech tvořena spádovými klíny z tepelné izolace. Tento způsob je snazší na provedení a nepřitíží střechu tolik jako spádové vrstvy z betonů.

Parotěsnicí vrstva bude oproti původnímu návrhu změněna, z důvodu kondenzace ve střešní plášti. Glastekk 40 Mineral bude nahrazen parozábranou Vedag Erich s vyšším faktorem difuzního odporu μ [-]. Pak již nebude docházet ke kondenzaci vodní páry v konstrukci.

HI vrstva bude provedena z PVC folie. Lépe se s ní manipuluje, je lehčí než asfaltové pásy, lze ji klást v jedné vrstvě. Pro svou nesnášenlivost s materiály na bázi polystyrenů bude od těchto materiálů oddělen separační folií Penefol 500.



Obr. 6.1 – Souvrství pochozí střechy



Obr. 6.1 – Souvrství nepochozí střechy

Použitá literatura

- [1] KUTNAR. Ploché střechy, skladby a detaily. Praha: DEK, a.s. 2008, ISBN 978-80-903629-8-7.
- [2] FAJKOŠ, A., NOVOTNÝ, M. Střechy základní konstrukce. Praha: Grada Publishing, a. s., 2003, ISBN 80-247-0681-4.
- [3] NEUMANN, D., WEINBRENNER, U., HESTERMANN, U., RONGEN, L., Stavební konstrukce. Bratislava: JAGA, 2006, ISBN 80-8076-041-1.
- [4] ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení. Praha 2010
- [5] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov