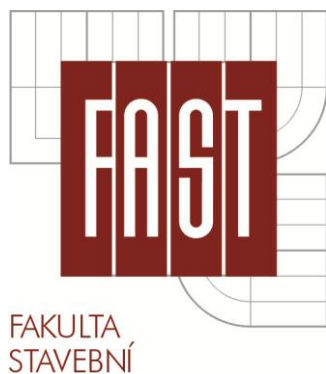




NOSNÝ PRÁH POD SRUBOVOU STĚNOU



PROVOZNÍ A FUNKČNÍ ANALÝZA KONSTRUKCE BUDOV - DH 82

SEZNAM

A) ÚVOD

B) SRUBOVÝ PRÁH – ZÁKLADNÍ ÚDAJE

C) VEDENÍ TEPLA

D) NÁVRH KONSTRUKCE PRAHU

E) ŽELEZOBETONOVÝ PRÁH

F) ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

A. ÚVOD

Všichni jsme se už setkali s moderní stavbou srubového charakteru. Především od roku 2006 přišel boom těchto staveb, který kulminoval v roce 2008. Následně přišel útlum, který však postihl celý obor stavebnictví díky hospodářské krizi, a který přetrvává dodnes.

Už od počátku jsem při své praxi narazil na množství chyb, které se při návrhu a posléze realizaci staveb srubového charakteru dělají. Zažitý postup byl takový, že projektant s minimálními zkušenostmi se sruby navrhl dům v rozsahu stavebního povolení, následně dodavatelská firma si dle svých zvyklostí dopracovala prováděcí projekt, popřípadě rovnou začala stavět. A to samozřejmě až poté, co jiná firma neznalá srubů zrealizovala základy, jak je zvyklá u zděných staveb.

S návrhem srubů jsem se poprvé setkal v roce 2006 a od té doby se snažím zažité chyby dodavatelů staveb odstranit. I ze strany investorů je čím dál více otázek na tepelný odpor stavby jako celku i jednotlivých detailů. A to nesmíme zapomenout na vzrůstající nároky legislativy z pohledu tepelného odporu na obytné stavby.

A tady vzniká jeden z největších nedostatků srubových staveb – zateplení prahu pod srubovou stěnou.

B. SRUBOVÝ PRAH - ZÁKLADNÍ ÚDAJE

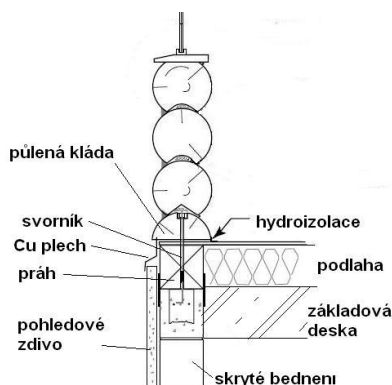
1. Popis srubového prahu

Na rozdíl od zděných staveb nelze dřevěnou stěnu osadit přímo na základovou desku, ale až nad úroveň podlahy. Proto se přistupuje k osazení prahu po celém obvodu stavby, který vyrovná tento výškový rozdíl. Technologicky nejjednodušší a zároveň nejčastější řešení je provést prah z monolitu či betonových tvárnic. Základní funkce prahu je ochránit dřevo před vlhkostí a stabilizovat srubovou kládu pevně k podkladu.

2. Používané typy srubového prahu

2.1 Plná konstrukce

Toto řešení je na stavbách nejčastěji k vidění a dokonce i v aktuálním roce se u novostaveb setkáváme s touto verzí prahu. Viz **obrázek č.1**



Obr. 1 Detail nezatepleného prahu

V místě prahu chybí jakékoli zateplení. Izolace v podlaze není schopna zabránit tepelnému mostu v místě pod kládou, který zde prokazatelně vzniká.

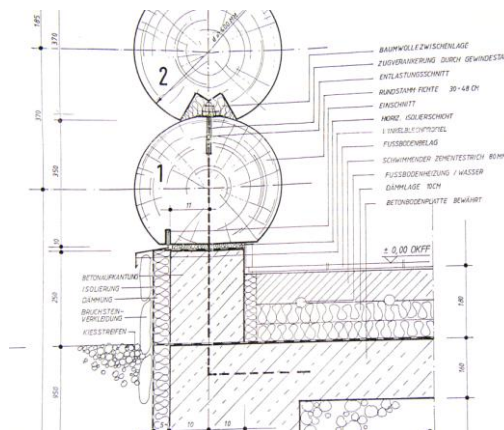
NOSNÝ PRAH POD SRUBOVOU STĚNOU

Provozní a funkční analýza konstrukce budov – DH82

Vladan Henek

2.2 Sendvičová konstrukce

Se vzrůstajícími nároky na zateplení staveb se přistoupilo k zateplení soklu u prahu, čímž se tepelný most částečně vyrušil. Vzniklo více podobných řešení, nejčastěji aplikované – viz **obrázek č.2.**



Obr. 2 Detail zatepleného prahu (zahraniční ukázka)

3. Stavby s aplikací srubového prahu

3.1 Kanadský srub

Nehraněné trámy (klády) opracované pouze odkorněním popřípadě ohoblováním. Napojení zdí obvykle řešeno křížením (převázkou). Při realizaci stavby se pracuje se surovým (nevysušeným) dřevem.

Na obrázku č.3 je ukázka kanadského srubu při provádění druhé etapy výstavby. Srubový práh je v této fázi ještě obnažený, prozatím bez zateplení a obložení kamenem



Obr. 3 Ukázka kanadského srubu - Ptení

3.2 Srub metodou Piece on piece

Jedná se o dřevěný skelet, kde výplň mezi sloupky tvoří panel z klad. Základní rozdíl je především v tom, že stavba nesesyká jako celek, ale pouze jednotlivé panely, které nemají vliv na ostatní konstrukce, a tím je umožněno výrazně zkrátit technologickou přestávku sloužící ke stabilizaci a sedání srubu. U nás je tato metoda u realizací prozatím velice vzácná - viz obrázek č.4 s rozestavěnou stavbou rodinného domu

NOSNÝ PRAH POD SRUBOVOU STĚNOU

Provozní a funkční analýza konstrukce budov – DH82

Vladan Henek



Obr. 4 Ukázka srubu typu peace on peace – Veverská Bítýška

3.3 Roubenka – hraněné trámy

Napojení zdí nejčastěji řešeno rybinovým spojem (bez přesahů trámů). Trámy jsou při realizaci stavby obvykle vysušené – **obrázek č.5** se stavbou roubenky ve fázi dokončení.



Obr. 5 Ukázka roubenky - Poldovka

3.4 Objekt srubového charakteru

Kombinace srubu či roubenky například se zděnou nebo betonovou stavbou. Na **obrázku č.6** je výstavba rodinného domu, kde je kombinována zděná technologie s piece on piece.



Obr. 6 Ukázka objektu srubového charakteru - Dolany

4. Specifika návrhu

Pro lepší pochopení problematiky řešení srubového prahu je nutné vymezit základní kritéria, která rozhodují o možnostech jeho návrhu a následné realizace.

- *Výška prahu*

výška souvisí s výškou podlahy. Příliš vysoký práh (vystupuje nad podlahou) vyžaduje nutnost jeho obložení v interiéru a komplikuje detail u dveří (práh pod srubovinou vystupující 5 cm nad podlahou = práh u dveří 8-10 cm nad podlahou). V případě požadavku na bezbariérový práh sice řešení existuje, ale je velmi problematické a pracné, vyžaduje speciální detail a i přesto dochází při realizaci k problémům a zmatkům. Optimální výška prahu se ustálila na 200 mm, což souhlasí i s výškou podlahové vrstvy nebo těsně nad.

- *Šířka prahu*

šířka souvisí se zatížením stěny. Čím širší, tím stabilnější, odolnější - snižuje se potřeba práh kotvit do základu. Minimální šířka je alespoň 180 mm, užší se nedoporučuje – komplikace při kotvení a stabilizaci srubových klád. Maximální šířka naopak 250 mm, zde je důvodem především viditelný sokl v úrovni podlahy v interiéru, což detail esteticky znehodnocuje (platí u stěn, kde prahová kláda není poloviční)

Optimální šířka se ustálila na 200 mm

- *Vyrovnání prahu*

při realizaci prahu je třeba dosáhnout jeho dokonale vodorovné plochy. To je však nad síly většiny firem, proto se přistupuje k doplnění o těsnicí vrstvu, nejčastěji se používá asfaltový pás (stačí IPA), u větších nerovností pak tepelná izolace (viz vyrovnávací vrstva z extrudovaného polystyrenu) tloušťky 20 mm.

- *Materiál prahu*

nejčastějším materiálem je monolit z železobetonu, je možné dosáhnout relativně rovné plochy a rozměr není limitován rozměry tvárnic či ztraceného bednění. Důležitá je také odolnost prahu proti vodě (limituje například při použití pórobetonů nebo dřevěných prahů). Dále je nutná dostatečná pevnost a tuhost prahu pro potřeby upevnění srubových klád

Pro minimalizování tepelných ztrát v prahu je právě volba jeho materiálu tou nejvýznamnější položkou.

- *Hydroizolace*

je používáno několik variant – hydroizolace vedená pod prahem a hydroizolace nad prahem. V druhém případě je technologie méně výhodná díky nutnosti 2x lomit asfaltový pás zevnitř kolem prahu (ohyb může narušit hydroizolační schopnost pásu), na druhou stranu asfaltový pás slouží i jako vyrovnávací vrstva. V obou případech však dochází místně k přerušení díky kotvení klády popřípadě prahu (propíchnutí). Jiné řešení prozatím neexistuje. Používají se obě metody přibližně ve stejném poměru dle zvyklostí firem.

- *Umístění první prahové klády*

poslední, co ovlivňuje návrh prahu, je výškové umístění první klády. Dřevo je citlivé na vlhkost, proto je standardem umístit první kládu minimálně 0,5 m nad úroveň terénu. Nevýhodou je zvýšení podlahy domu a tím nutnost vyrovnat výškový rozdíl pomocí schodišť.

C. VEDENÍ TEPLA

Vedení tepla je způsob šíření tepla v pevných tělesech, jejichž různé části mají různé teploty. Teplo se vedením šíří také v kapalinách a plynech, kde se však uplatňuje také šíření tepla prouděním.

V tabulkách je uváděn součinitel prostupu tepla U_N , jehož požadovaná hodnota je u vnější stěny $0,30 \text{ W/Km}^2$ (doporučená $0,20 \text{ W/Km}^2$). To odpovídá přibližně hodnotě $3,35 \text{ m}^2\text{K/W}$ pro tepelný odpor

Tepelný odpor používaného monolitického železobetonového prahu o rozměrech $200 \times 200 \text{ mm}$ je přibližně $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$. U jednotlivých návrhů je vždy porovnání tepelného odporu s tímto rozměrem prahu.

1. Základní pojmy

Jedná se o pojmy přímo souvisejícími s určením míry tepelné izolace posuzovaného prahu.

- *Součinitel tepelné vodivosti*

Je definován jako množství tepla, které musí za jednotku času projít tělesem, aby na jednotkovou délku byl jednotkový teplotní spád. Přitom se předpokládá, že teplo se šíří pouze v jednom směru, např. v desce s rovnoběžnými povrchy.

Pomocí tabulky je definována tepelná vodivost základních materiálů

Symbol veličiny: λ

Jednotka: $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

- *Tepelný odpor konstrukce*

Tepelný odpor je fyzikální veličina, která vyjadřuje tepelně-izolační vlastnosti konstrukce. Je přímo závislá na tloušťce konstrukce a λ . Při dosahování co nejvyšší hodnoty je cílem, aby tloušťka konstrukce byla co největší a hodnota λ při jednotlivých materiálech konstrukce co nejnižší.

Tepelný odpor vyjadřuje odpor 1 m^2 konstrukce proti prostupu tepelné energie při rozdílu teplot 1 K . U vícevrstvých konstrukcí se jednotlivé tepelné odpory sčítají. Tepelný odpor stavební konstrukce se vypočítává jako průměrná hodnota z jednotlivých tepelných odporů částí stavební konstrukce včetně tepelných mostů.

Symbol veličiny: R

Jednotka: $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$

Výpočet: $R = d / \lambda$
(d = tloušťka materiálu v metrech)

- *Tepelný odpor na povrchu konstrukce*

Symbol veličiny: R_i = odpor při přestupu tepla na vnitřní straně – interiéru

R_e = odpor při přestupu tepla na vnější straně – exteriéru

Jednotka: $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$

Výpočet: $R_i = 1/\alpha_i$

$R_e = 1/\alpha_e$

(Hodnoty obou znaků „ α “ jsou dány nornou ČSN v závislosti na druhu ročního období a poloze stavební konstrukce)

- *Tepelný odpor celkový*

Vyjadřuje konečný tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla se započítáním odporu v interiéru a exteriéru.

Symbol veličiny: R_T = celkový tepelný odpor

Jednotka: $\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}$

Výpočet: $R_T = R_i + R + R_e$

- *Součinitel prostupu tepla*

Tato hodnota nám určuje celkovou výměnu tepla mezi prostory oddělenými od sebe určitou stavební konstrukcí. Čím je hodnota menší, tím lepší jsou tepelně izolační vlastnosti konstrukce. Označuje se velkým písmenem

Symbol veličiny: **U**

Jednotka: **$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$**

Výpočet: **$U=1/(R_i + R + R_e)$** - dde musí platit **$U < U_N$**

(U_N = normou stanovený součinitel pro danou konstrukci)

2. Minimální požadavky

Tepelný odpor prahu by měl vyhovovat normativním požadavkům na prostup tepla pro budovy (2011).

V tabulkách je obvykle uváděna hodnota součinitele prostupu tepla U_N .

U venkovních zdí se jedná o tyto hodnoty:

Doporučená hodnota: **$U_N = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$**

Požadovaná hodnota: **$U_N = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$**

- Poznámky**

Platí pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20°C a vnější teplotu -15°C.

Součinitel prostupu tepla odpovídá průměrné vnitřní povrchové teplotě θ_{sim} sledované konstrukce - zahrnuje tedy vliv tepelných mostů v konstrukci obsažených (viz ČSN 73 0540-4). Vliv tepelných mostů v konstrukci lze zanedbat, pokud jejich souhrnné působení je menší, než je řád zaokrouhlení požadovaných hodnot technického požadavku.

Pro konstrukce přilehlé k zemině do vzdálenosti 1 m od rozhraní zeminy a vnějšího vzduchu na vnějším povrchu konstrukce se uplatňují požadované hodnoty pro vnější stěny. Ve větší vzdálenosti platí požadované hodnoty uvedené či stanovené pro podlahy a stěny přilehlé k zemině.

Při návrhu a ověření konstrukcí je vhodné uvažovat předpokládané změny užívání v průběhu životnosti budovy.

D. NÁVRH KONSTRUKCE PRAHU

V poslední době se na trhu objevuje celá řada nových materiálů a technologií, že je vhodné zamyslet se, zda již některý nesplňuje požadavky kladené na práh pod srubovinou, a navíc zvyšuje i jeho tepelně izolační vlastnosti.

Tepelnou izolaci prahu lze ovlivnit především volbou materiálu nosné části prahu a tloušťkou tepelné izolace, kterou je práh zevnitř či zvenčí obložen.

Níže uvádím různé možnosti řešení prahu včetně ukázek realizací. Většina staveb však v této chvíli ještě není dokončena, není proto možné přesněji posoudit a porovnat s ostatními variantami. Dobře ověřený je pouze železobetonový práh (monolit), kterému je věnována samostatná kapitola

1. Nosná část prahu

1.1 Dřevěný práh

- Masiv**

Z dostupných dřev je nejodolnější dub, který je však velmi drahý. Řešení je elegantní, rychlé (odpadá technologická přestávka při tvrdnutí betonu), málo pracné, navíc není nutné tolik zateplovat sokl. Je však na zvážení, jak dlouhou životnost takový práh má. Jakékoli dřevo, které by bylo zcela skryté v konstrukci, a zároveň by nebylo dostatečně ochráněno proti vlhkosti, nevydrží dlouho a to i přes pečlivou impregnaci. V zahraničí je toto řešení relativně časté a bez komplikací, stavby se zde však navrhují jako jednogenerační, což v ČR není zvykem.

NOSNÝ PRAH POD SRUBOVOU STĚNOU

Provozní a funkční analýza konstrukce budov – DH82

Vladan Henek

Dubový trám šířky 200 mm = tepelný odpor cca 1,5-2,0 m²K/W (součinitel tepelné vodivosti 0,04 – 0,35 = závisí na typu dřeva a jeho vlhkosti)



Obr. 7 Ukázka prahu z dřevěného masivu - Černošice

- *Fošny*

V Kanadě je často a úspěšně používán dřevěný práh, který je tvořen sestavou naimpregnovaných dřevěných fošen (smrk, borovice). Zde je však zvykem stavět srub na dřevěné základové desce tvořené rámovou konstrukcí. Detail je tak díky své vysoké specifičnosti a náročnosti na realizaci ze strany dodavatelů u nás přijímán skepticky a opomíjen

Práh z fošen šířky 200 mm = tepelný odpor cca 2,0-2,5 m²K/W (součinitel tepelné vodivosti 0,04 – 0,35 = závisí na typu dřeva a jeho vlhkosti)



Obr. 8 Ukázka prahu z dřevěných fošen – Veverská Bítýška

1.2 Tvárnice

Zde je bohužel malá variabilita velikostí typových tvárnic, jejich výška je omezena většinou na skladebný rozměr 250 mm. Také není mnohdy možné zajistit dostatečně rovnou plochu prahu nebo uchytit srubovou kládu k prahu (ocelové trny nebo hřeby). Tvárnice proto nejsou často využívány. Několik příkladů:

- *Prefa*

Na několika stavbách bylo použito klasické betonové ztracené bednění. Na rozdíl od tvárnic Neico je však nutné vyplnit betonem popřípadě jiným tvrdým materiálem, aby se dosáhlo hladkého a pevného podkladu pro srubovou stěnu.

Tepelné a nosné charakteristiky jsou podobné jako u monolitického prahu z betonu.

NOSNÝ PRAH POD SRUBOVOU STĚNOU

Provozní a funkční analýza konstrukce budov – DH82

Vladan Henek

U prahu dochází často při provádění k výrazným nerovnostem, které se musí dodatečně pracně přebušovat. Sice se ušetří čas a práce při provádění bednění, přesto se tato technologie příliš neosvědčila.

- *Neico*

Od klasického ztraceného bednění se liší poklopem, který vytvoří souvislou plochu pro uložení klády (docílí se větší vodorovnosti povrchu). Výhodou je také variabilita velikostí tvárnic – např. 200x200 a 200x250 mm a možnost vyplnit mezeru vhodnou tepelnou izolací (například keramzit apod.) popřípadě ponechat uzavřenou vzduchovou mezeru.

Tato varianta je jednoduchá na provádění i cenově dostupná. Nevýhodou však je nutnost některé tvárnice (především v rozích a u převážek) zmonolitnit a tím tepelnou izolaci místy přerušit i o 500 mm.



Obr. 9 Realizace prahu z tvárnic Neico – Střelice

- *Porobetonové tvárnice*

Tepelný odpor max 1,5 m²K/W, pevnost max. 5 MPa. Jedná se například o tvárnice Ytong a Hebel.

Díky velké citlivosti na vlhkost a křehkost není vhodné použít. Nerealizováno

- *Heluz*

Cihelné tvárnice – tvárnice šířky 200 mm nabízí firma Heluz, tepelný odpor max. 0,80 m²K/W, pevnost 10 MPa. Díky novým metodám zdění lze dosáhnout mnohem vyšší přesnosti (vodorovnosti) ploch.



Obr. 10 Ukázka prahu z cihel – Poldovka

- *Liapor*

Tepelný odpor 0,84 m²K/W, pevnost 6 MPa. Prozatím nerealizováno

Existují určitě i další typy tvárnic, jejich tepelný odpor je obvykle podobný, ale trpí podobnými neduhy jako pórobeton apod.

1.3 Monolit

- *Prostý beton / Železobeton*

Tato metoda je nejčastější, podrobně se jí věnuje další kapitola

Tepelný odpor monolitického železobetonového prahu o rozměrech 200x200 mm je přibližně 0,13 m²K/W. U jednotlivých návrhů je vždy porovnání tepelného odporu s tímto rozměrem prahu.



Obr. 11 Ukázka prahu z monolitu – Stupava

- *Lehčený beton*

Dalšími možnostmi, které ale prozatím nebyly realizovány (nedůvěra ze strany dodavatelů), jsou monolitické prahy z tepelně izolačních materiálů. Samozřejmě zlepšení prahu nebude nijak dramatické, je proto i nadále nutné kombinovat s ostatními izolacemi jako u standardního řešení. Dále je nutné ověřit únosnost prahu, která je výrazně nižší.

Ve stavebnictví jsou nejčastěji používané betony perlitbeton a keramzitbeton:

Práh šířky 200 mm = tepelný odpor 2,18 až 1,25 m²K/W (souvisí s objemovou hmotností (od 300 do 600 kg/m³))

Další možnosti jsou Liaporbeton, Ekostyrenbeton, Pěnobeton, Agloporitbeton, Expanditbeton, Cihlobeton. Tyto betony jsou však vesměs používány jako podkladní vrstva do podlah a výplňový materiál.

1.4 Monolit – sendvič

Nabízí se 2 varianty, sendvič ve svislém směru a ve vodorovném směru.

- *Svislý směr*

Cílem této varianty by bylo umístit buď tepelnou izolaci doprostřed pod srubovou kládu (podobně jako překlad nad oknem), toto řešení je však velice pracné na provádění a obtížně proveditelné (kotvení klády by muselo jít skrz práh až do základové konstrukce) anebo po stranách podobně jako u obložení z Perimetru s tím rozdílem, že izolace je součástí prvku. Zde se nabízejí tyto technologie:

-Velux – ztracené bednění z cetris desek doplněné o tepelnou izolaci

- Durisol – podobné jako Durisol
 - Medmax – viz předchozí, cetris je však nahrazen polystyrenem
- Žádná z těchto metod nebyla prozatím na stavbě uskutečněna

- *Vodorovný směr*

Druhá varianta je již přijatelnější, i když může snížit stabilitu prahu.

Pod srubový prah je možné vložit tepelnou izolaci a tím propojit izolaci v podlaze s izolací soklu = přerušit tepelné ztráty unikající do podzákladí. Na trhu však není k dispozici velký výběr tepelně izolačních desek, které by měly dostatečnou únosnost.

Vhodné parametry má například deska Foamglas (izolační pěnové sklo), která je k dispozici i v potřebné šířce (není nutné řezat), je však velmi drahá.



Obr. 12 Železobetonový prah s podkladem z desek Foamglas – Olešná u Blanska

2. Nenosná část prahu

Jedná se o vnější obložení z tepelné izolace popřípadě výplň uvnitř tvarovek. Zateplení betonových soklů bývá nejčastěji pomocí Perimetru nebo extrudovaného polystyrenu.

3. Doplnková řešení

Jako doplňková zlepšení je také možné uvést tyto úpravy, jde však o čistou teorii, kterou je třeba vyzkoušet v praxi

- *Úprava srubové klády*

vložení izolace do výřezu uprostřed a tím snížit tepelné ztráty u nejchoulostivějšího místa prahu = oplechování soklu

- *Zvýšení vnější či vnitřní izolace částečně na úkor srubové klády*

první kláda by byla polohraněná a vnější zateplení by bylo vytaženo o cca 10-15 cm. V takovém případě je nutné první kládu dodatečně upravit (pracnější, odřezky) a plně impregnovat (dražší).

NOSNÝ PRAH POD SRUBOVOU STĚNOU

Provozní a funkční analýza konstrukce budov – DH82

Vladan Henek

Série obrázků s ukázkami realizací železobetonového prahu:

- Obrázek č.14:** realizace bednění a umístění nosné výztuže
- Obrázek č.15:** dokončení betonového prahu na základové desce
- Obrázek č.16:** práh po osazení srubových stěn
- Obrázek č.17:** detail prahu u dveří s hydroizolací z fólie
- Obrázek č.18:** detail prahu u převázky s hydroizolací z asfaltových pásů
- Obrázek č.19:** práh z interiéru u dveří po dokončení stavby



Obr.č.14, Obr.č.15



Obr.č.16, Obr.č.17



Obr.č.18, Obr.č.19

2. Technologický postup prací

Pro pochopení řešení detailu prahu – obr.č.13 uvádím postup prací při jeho realizaci:

- *Odstranění ornice, výkop*

Výkop všech základových pasů a patek. Ukázka odpovídá nepodsklepené stavbě

- *Základový pas*

Beton prostý (C16/20 popřípadě vyšší – dle zatížení)

Hloubka základu (nezámrzná) určena dle podloží, šířka dle zatížení

V rámci betonáže základů je nutno vložit do základů zemnicí elektrodu FeZn pro uzemnění objektu. Uzemnění bude provedeno po celém obvodu objektu propojeným páskem 30x4 mm, který bude krytý betonem alespoň 50 mm (i ze spodu). Pásek bude vyveden pod terénem minimálně 3 m od objektu

- *Ztracené bednění*

Náhrada monolitu nad úrovní rostlého terénu – není nutné klasické bednění

Technické parametry:

PREFA BTB 40/30/24 P+D

Zálivka - beton C20/25 + svislá nosná výztuž

Požárně technické parametry:

A1 – DP1 - REI 180

Zálivka je provedena v celém objemu soklu.

- *Štěrkový podklad*

Drenážní, vyrovnávací a stabilizační vrstva pod základovou deskou

Materiál - drcené kamenivo tl. min 150 mm, frakce 8-32, lépe 16-32

V části podsypů pod objektem je možné vést některé inženýrské sítě, především kanalizaci.

Mezi rostlý terén a kamenivo vhodné vložit separační vrstvu, např. geotextilii Filtek

- *Základová deska*

Nosná zavětrovací konstrukce pro vzájemné ztužení základových pasů a jako podklad pro podlahovou vrstvu.

Beton prostý s kari sítí (C16/20 popřípadě vyšší). Tloušťka desky min. 100 mm – dle zatížení.

- *Hydroizolace*

Ochrana vrstva izolující proti podzemní vlhkosti popřípadě tlakové vodě

Pro hydroizolaci jsou navrženy asfaltové pásy Elastek 40 Special-Mineral (doporučeno ve dvou vrstvách). Jedná se dle ČSN 73 600 o izolaci proti zemní vlhkosti + proti radonu. Bude uložena na vrstvu betonové mazaniny po celé půdorysné ploše objektu a dostatečně vytažena po obvodu zdí nad terén, kde bude kryta tepelně izolačními deskami.

Asfaltové pásy je možné nahradit odpovídající PVC folií

Izolace se v této fázi položí pouze pod budoucí práh. V celé ploše desky není vhodné – hrozí poškození hydroizolačních pásů při pohybu na desce, dokončí se až před pokládkou podlah.

Hydroizolace bude po obvodě s přesahem pro možnost svisle zaizolovat práh (po jeho realizaci)

- *Práh pod srubovou stěnou*

Železobeton (C20/25, nosná výztuž v rozích 4x10mm + třmínky po 300-400 mm)

Rozměr prahu 250x200 (závisí na typu prahu, zatížení a výšce podlahy)

Kotvení prahu do desky jen, pokud je to nezbytně nutné (excentricita zatížení apod.).

- *Vyrovnávací vrstva*

Extrudovaný polystyren – tl. 0 mm

Na práh se uloží vrstva polotuhé izolace pro vyplnění případných nerovností podkladu

- **Srubová stěna**

Technické parametry:	smrk průměru 350 mm, třída A+
Součinitel prostupu tepla:	$U = 0,30-0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Zvukotěsnost konstrukce:	$R_w = 52 \text{ dB}$
Požárně technické parametry:	DP3 - REW 45 DP3 (požadavek 15+)

Použití stěn je obvykle pouze v přízemí. Průměr kulatiny je kolísavý v rozmezí mezi 320 až 450 mm. V žádném bodě však průměr všech prvků obvodových stěn nesmí být menší jak 300 mm. Pro montáž jsou použity nevysušené klády, odkorněné a zhoblované z důvodu lepší zpracovatelnosti, utěsnění všech styků jednotlivých prvků a zvýšení celkové kvality prvků.

Na vodorovnou izolaci srubových stěn se použijí komprimované paměťové pásky typu Illbruck Illmod, které se uchytí oboustranně na krajní stykové plochy mezi kládami, středový prostor se vyplní hydrofobizovanou (vodoodpuzející) izolací z minerálních vláken (např. typu Isover) nebo izolačním provazcem z pravé ovčí vlny. Pásky typu Illbruck mají tvarovou paměť, tedy expandují nebo se stlačují dle pohybu jednotlivých klád srubových stěn a kopírují tak případně vzniklé nerovnosti vodorovné spáry. Stěna pak dosahuje vysoké kvality utěsnění (a následné úspory tepelné energie).

Ukončení srubových stěn je obvykle navrhováno obloukové ve tvaru elipsy. Maximální přetažení klád u převážek je omezené krytím střešní rovinou (1:8) z důvodu ochrany dřeva před vnějšími vlivy.

Při realizaci se umístí první srubová kláda a přikotví k podkladu (je-li nutné – např. v oblasti silných větrů,...)

- **Drenáž**

Je použit drenážní systém téměř okolo celého objektu se spádem min 0,5% se svedením do dešťové kanalizace popřípadě do vsaku

Návrh počítá s využitím pouze základní verze drenáže, tj. drenážní zásyp zajištěný geotextilií a s drenážní trubkou na dně + pojistná svislá drenáž z nopové fólie, níže je však popsána doporučená verze řešení:

Podkladní beton pro drenážní potrubí C16/20 s příčným sklonem min 3% a výšky alespoň 100 mm. podklad je vhodné provést společně s provedením základových pasů pro zajištění vzájemného spolupůsobení a těsnosti základů

Pro drenáž bude použita drenážní trubka průměru 100 mm a jako svislá drenáž pak nopová fólie z HDPE s výškou nopů 8 mm

Separální geotextilie Filtek s přesahy min 100 mm budou umístěny kolem propustného zásypu

Propustný zásyp bude tvořen zhutněnými vrstvami o tloušťce maximálně 200 mm.

Od svahu za objektem je nutné stavbu zabezpečit pomocí dostatečně velkých povrchových trativodů s odvedením do dešťové kanalizace v minimálním sklonu 0,5%, nejlépe však 2% a více.

Drenáž slouží především pro snížení vlhkosti v blízkosti stěny a snadnější odvedení dešťových vod od objektu

- **Boční hydroizolace**

Po dokončení hrubé stavby (nosná k-ce srubu a střechy) se přilepí boční hydroizolace z asfaltových pásů – od monolitu až ke srubovině.

- **Tepelná izolace**

Přípevnění izolačního obkladu, např. extrudovaný polystyren či perimetr v tloušťce minimálně 100 mm

- **Venkovní dlažba**

Betonové či pískový lože pro dlažbu (typ podkladu dle doporučení dodavatele obkladu a dlažby) + dlažba obvykle betonová či kamenná. Možné použít pouze okapový chodníček nebo ponechat kačírek. Nutný sklon dlažby od soklu min. 1%.

- **Obklad soklů**

Význam obkladu je především estetický, slouží však zároveň i jako ochrana tepelné izolace a hydroizolace. Detail předpokládá použití obkladu z kamene nepravidelného tvaru s běžnou tloušťkou od 25 mm (Porfyr). V případě použití většího masivu z kamene, je třeba přizpůsobit osazení obkladu dle doporučení výrobce.

- **oplechování soklu**

Sokl je možné ukončit oplechováním přichycenému ke srubové konstrukci nebo kamennou parapetní deskou s vhodným vyspádováním vně objektu

Plech nejlépe z mědi, parapetní deska by korespondovala s obkladem soklu.

- **Podlahová konstrukce**

Podlaha je navržena jako těžká plovoucí. Výška podlahy je závislá na potřebě zateplení nad terénem, použitím podlahového topení nebo typu nášlapné vrstvy. Obvykle 200 mm. Mezera mezi srubovou kládou a podlahou se vhodně utěsňuje a olištuje.

Podlahu je možné řešit nezávisle na realizaci drenáže a soklu, samozřejmě po dokončení hydroizolačních vrstev.

- **Poznámka:**

Řešení soklu a oplechování je nutné řešit odlišně u stěny, která začíná poloviční kládou (podélné stěny), kde je práh plně krytý, anebo plnou kládou (příčné stěny), kde je seříznutá spodní vodorovná plocha klády pouze šířky cca 15 mm a práh je částečně viditelný.

3. Tepelně technické parametry konstrukce prahu

Výpočet tepelného odporu konstrukce - skladba viz obrázek č.13:

- tepelná izolace vnější:	$d_1 = 0,10 \text{ m},$ $\lambda_1 = 0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $R_1 = d_1 / \lambda_1 = 0,10/0,039 = \underline{2,564 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$
- ŽB práh:	$d_2 = 0,25 \text{ m}$ $\lambda_2 = 1,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $R_2 = d_2 / \lambda_2 = 0,25/1,5 = \underline{0,167 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$
- vnitřní izolace:	$d_3 = 0,02 \text{ m},$ $\lambda_3 = 0,037 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $R_3 = d_3 / \lambda_3 = 0,02/0,037 = \underline{0,541 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$
- celkem	$R = R_1 + R_2 + R_3 = \underline{3,271 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}}$

(kamenný obklad bude mít na zateplení pouze nepatrný vliv, proto je zanedbán)

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla:

$$U = 1 / R \text{ (povrchové odpory zanedbány)}$$
$$\underline{U = 1 / 3,271 = 0,306 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}}$$

$U < U_N$	Doporučená hodnota $U_N = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
	Požadovaná hodnota $U_N = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Z výsledku vyplývá, že daná konstrukce splňuje požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, doporučované již nikoli. Požadavek je splněn i v případě, že nebude použita plovoucí podlaha a vnitřní izolace nebude použita.

K dosažení doporučených hodnot je nutné:

- a) betonovou k-ci nahradit materiálem o tepelné vodivosti alespoň $0,27 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- b) tloušťku tepelné izolace zvýšit o 3 cm, tj. celkem na 13 cm

Je však ještě nutné přihlédnout k detailu u vnějšího oplechování, kde tepelná izolace dostatečně nepokrývá železobetonový práh a tím znehodnocuje teoretické výpočty. Skutečná hodnota bude pravděpodobně bohužel horší, je proto nezbytné vše ověřit buď laboratorně, a nebo nejlépe u již obydlené stavby v reálných podmínkách

F. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Jak už bylo zmiňováno výše, postupně se zvyšují požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí. Srubová stěna je výrazně atypickou skladbou, která při zachování oboustranné viditelnosti klád obtížně splňuje současné požadavky. Odladění prahu pod srubovinou se sice docílí vyššího komfortu a kvality stavby, bohužel však nezabrání tomu, že samotná stěna již v budoucnu neobstojí. Výzkum je proto nutné zaměřit především na hledání nových technických řešení srubových stěn.

Pokud jde o vlastní práh, výraznějších zlepšení už pravděpodobně není možné dosáhnout, aby byla zároveň zachována jeho funkčnost (po teoretické stránce „naprosto dokonalé technické řešení“ ještě nemusí být technologicky proveditelné nebo by bylo zbytečně drahé). Velké rezervy jsou však naopak u difúzního odporu, kterému zatím nebyl věnován potřebný prostor a je třeba to co nejdříve napravit.

Vypracoval: Ing Vladan Henek,

Datum: 01.2013