

# SPODNI STAVBA



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ  
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA  
STAVEBNÍ  
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Spodní stavba

Technická příručka pro žáky středních průmyslových škol stavebních  
oboru 36-47-M/01 Stavebnictví.

Ing. Ctibor Hůlka  
Ing. Radim Mařík  
Ing. Lubomír Odehnal  
Ing. Pavel Štajnr  
Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.

2014  
Opava



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ  
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA  
STAVEBNÍ  
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato příručka vznikla na základě finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky  
v rámci projektu OP VK „Stavebnictví 21“, reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.

Děkujeme za vstřícnou spolupráci při tvorbě příručky

Ing. Lukáši Klementovi  
Ing. Petru Kociánovi  
Ing. Petru Schindlerovi, Ph.D.

---

# Obsah

<b>1 Všeobecně</b> .....	<b>1</b>
1.1 Termíny a definice .....	1
1.2 Hydroizolační principy .....	1
1.3 Hydroizolační konstrukce .....	2
1.4 Požadavky na účinnost, spolehlivost, bezpečnost .....	5
<b>2 Zatížení spodní stavby</b> .....	<b>7</b>
2.1 Druhy namáhání spodní stavby .....	7
2.2 Hydrofyzikální namáhání .....	7
2.3 Úprava hydrofyzikálního namáhání .....	11
<b>3 Navrhování (dimenzování) hydroizolační konstrukce</b> .....	<b>13</b>
3.1 Prvky spolehlivosti systému hydroizolační ochrany vnější – mimo hydroizolační konstrukci .....	13
3.2 Příklady hydroizolačních konstrukcí .....	13
3.3 Dimenze hydroizolačních konstrukcí s povlaky .....	14
3.4 Ochrana hydroizolačních povlaků .....	16
<b>4 Druhy hydroizolací</b> .....	<b>17</b>
4.1 Asfaltové pásy .....	17
4.2 Plastové fólie .....	20
4.3 Hydroizolační konstrukce z PVC-P fólií s možností kontroly a aktivace (DUALDEK) .....	24
4.4 Vodotěsná betonová konstrukce .....	26
4.5 Stěrky .....	27
4.6 Vodotěsná konstrukce s bentonitem .....	28
4.7 Doplnková ochranná opatření .....	29
4.8 Zkoušení, kontroly .....	37
<b>5 Snižování hydrofyzikálního namáhání spodní stavby nad hladinou podzemní vody</b> .....	<b>41</b>
5.1 Terminologie .....	41
5.2 Drenáž jako prostředek pro úpravu hydrofyzikálního namáhání .....	41
5.3 Odvodnění terénu u objektu .....	42
5.4 Obvodová drenáž .....	43
<b>6 Postupy výstavby</b> .....	<b>53</b>
6.1 Izolace do vany .....	53
6.2 Zpětný spoj .....	53
6.3 Správné řešení etapového spoje .....	54
6.4 Realizace drenáže .....	54
6.5 Sokl fasády .....	56
<b>7 Použitá literatura</b> .....	<b>59</b>



# 1 Všeobecně

## 1.1 Termíny a definice

**Spodní stavba:** podzemní část budovy. Její součástí jsou základy a případně také suterénní prostory.

**Suterén (sklep, podzemní podlaží):** část objektu, jehož podlaha je umístěna níže než úroveň upraveného terénu okolo stavby.

**Izolace:** část stavby (stavební prvek) chránící stavební konstrukci nebo její část, popř. vnitřní nebo vnější prostředí, před nežádoucím vnikáním vody, zvuku, tepla nebo jiného fyzikálního účinku.

**Hydroizolace:** izolace chránící stavební konstrukci nebo její část, popř. vnitřní nebo vnější prostředí před nežádoucím vnikáním vody.

**Povlaková hydroizolace (povlaková hydroizolační vrstva):** vrstva nepropustná pro vodu v kapalném i tuhém skupenství v důsledku hydroizolačních vlastností použitých materiálu a hydroizolační celistvosti a spojitosti.

**Hydrofyzikální namáhání:** působení vodního prostředí na stavební konstrukce a objekty.

**Nepropustnost pro vodu:** vlastnost prostředí, materiálu nebo konstrukce zamezit šíření vody.

**Vodotěsnost:** nepropustnost pro vodu působící hydrostatickým tlakem.

**Drenáž:** část stavby umožňující odvedení vody prosakující okolo základových a suterénních konstrukcí mimo stavbu. Snižuje hydrofyzikální namáhání.

**Injektáž:** dodatečné vytvoření hydroizolační clony v konstrukci pomocí vyvrtání množství otvorů s jejich plněním injektážním prostředkem.

**Sokl (pata obvodové zdi):** část obvodové svislé konstrukce (obvodová stěna) ve výšce od upraveného terénu do určité výšky ( většinou 300 až 1000 mm od upraveného terénu).

## 1.2 Hydroizolační principy

### ***Přímé hydroizolační principy:***

- jednoúčelové hydroizolační materiály (např. hydroizolační fólie, asfaltové pásy atd.);
- víceúčelové materiály s hydroizolační funkcí (např. vodostavební betony);
- injektáže (např. nízkotlaké injektáže těsnících látek do vrtů vlhkého zdiva);
- penetrace a impregnace povrchu těsnícími látkami (např. penetrace betonového podkladu pomocí asfaltové emulze před natavováním asfaltových pásů);
- hydrofobizace povrchu nebo struktury materiálu (např. hydrofobizace omítky soklové části fasády proti odstříkující srážkové vodě);
- vzduchové vrstvy (např. dvojitá podlaha s větranou vzduchovou vrstvou);
- hydroakumulační efekt konstrukcí (např. obvodová stěna s omítkou);
- elektrokinetické metody (např. metoda aktivní elektroosmózy);
- tvarové řešení styku (např. tvarování ozubů styků mezi panely panelových domů);
- těsnění styků (např. těsnění styků spár mezi obvodovými panely panelových domů).

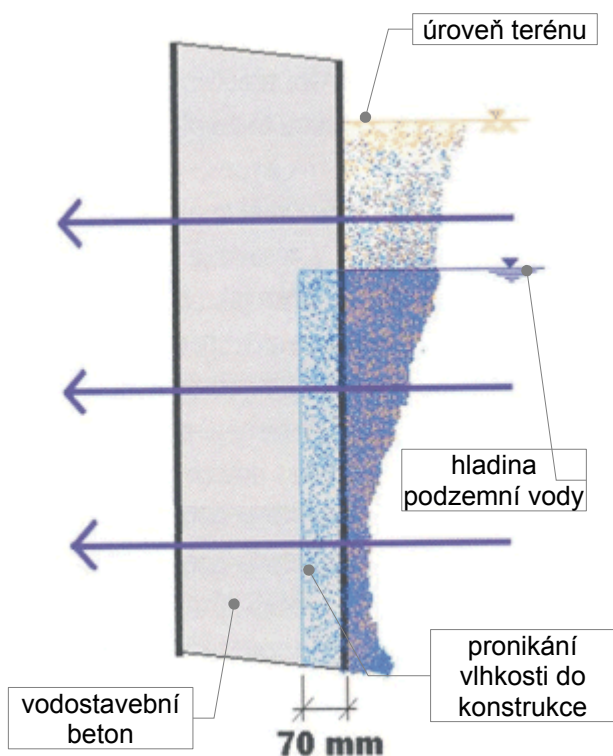
### ***Nepřímé hydroizolační principy:***

- výběr prostředí - staveniště (např. stavba na vyvýšeném místě a ne v údolí);
- tvar objektu nebo konstrukce (např. tvar objektu umožňující "obtékání" objektu vodou ze svahu);
- umístění objektu nebo jeho části v prostředí (např. umístění podlahy suterénu výše nad terénem);
- odvodnění prostředí (např. pomocí trvale odvodněné drenáže);
- úprava prostředí (úprava teplotních a vlhkostních parametrů vnitřního vzduchu pro lepší vysychání konstrukcí);
- dispoziční řešení prostor (např. umístění skladů potravin do suterénu; ne umístění skladů např. cenných obrazů do suterénu);
- poloha materiálu v konstrukcích (např. použití materiálu voděodolných v místě styku s povětrností);
- zvýšení povrchové teploty konstrukcí (např. zateplením stěny dojde ke zvýšení její vnitřní povrchové teploty).

### 1.3 Hydroizolační konstrukce

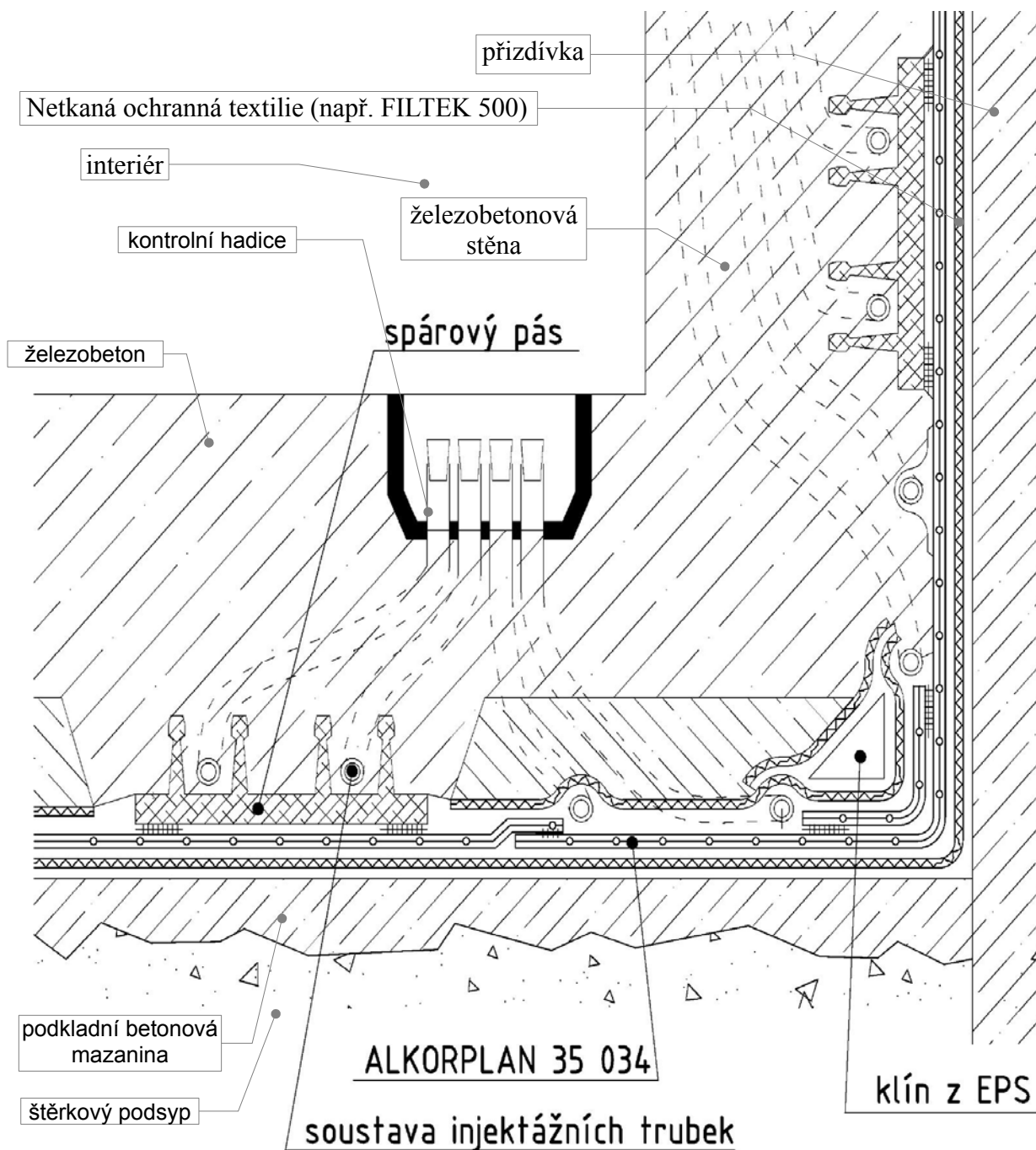
#### 1.3.1 Druhy hydroizolačních konstrukcí

- vodonepropustná betonová konstrukce, případně se spolupůsobící vrstvou:
  - vodonepropustná betonová konstrukce (tzv. bílá vana);
  - vodonepropustná betonová konstrukce s povlakovou hydroizolací celoplošně spojenou s betonem (hydroizolační minerální nebo asfaltové stěrky, systém PREPRUFE);
  - vodonepropustná betonová konstrukce s povlakovou hydroizolací sektorově spojenou s betonem;
- nespolepůsobící povlaková hydroizolace:
  - povlaková hydroizolace nespolepůsobící se stavební konstrukcí (např. povlaková hydroizolace z plastových fólií);
  - povlaková hydroizolace s aktivní kontrolou nespolepůsobící se stavební konstrukcí (dvojitý hydroizolační systém DUALDEK).



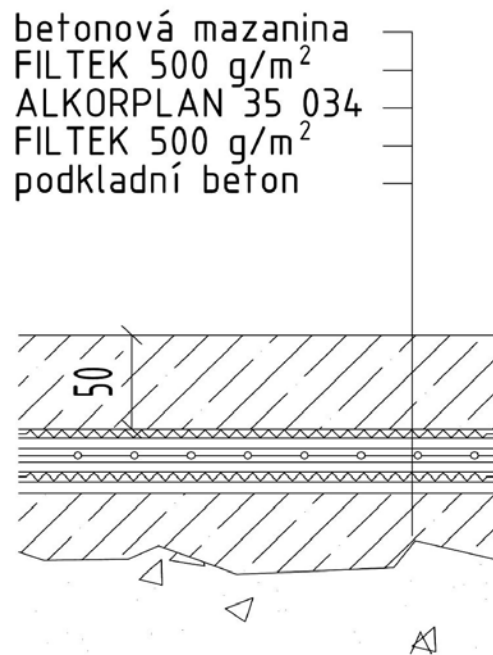
Obr. 1 – Schéma prostupu vody z vnějšího prostředí do vnitřního prostou stavby z vodostavebního betonu

Obr. 2 – Zkouška odtržení povlakové hydroizolace systému PREPRUFE od betonového vzorku; systém PREPRUFE používá základní hydroizolační fólii s adhezí vrstvou, na níž se přímo pokládá konstrukční beton. Při zrání betonu dojde k celoplošnému spojení fólie s povrchem betonu, proto nevzniká mezi betonem a fólií mezera, kterou se může voda proniklá fólií volně šířit.

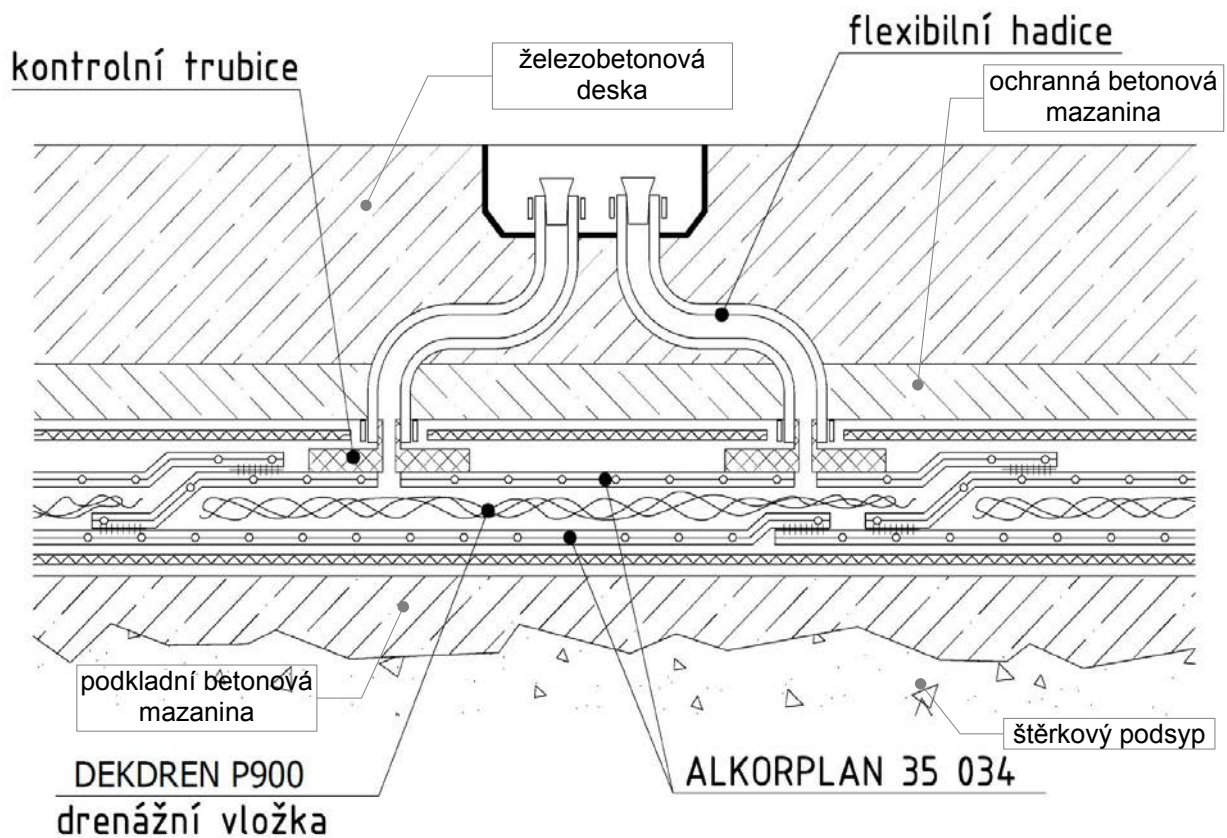


Obr. 3 – Princip vodonepropustné betonové konstrukce s povlakovou hydroizolací (fólie Alkorplan 35 034) sektorově spojené s betonem – detail přechodu hydroizolace podlahy na terénu a stěny





Obr. 4 – Skladba povlakové hydroizolace (z fólie ALKORPLAN 35 034) nespolutůsobící se stavební konstrukcí



Obr. 5 – Princip povlakové dvojité hydroizolace (z fólií ALKORPLAN 35 034 a drenážní vložkou DEKDREN P900) s aktivní kontrolou nespolutůsobící se stavební konstrukcí (dvojitý hydroizolační systém DUALDEK)

## 1.4 Požadavky na účinnost, spolehlivost, bezpečnost

### 1.4.1 Účinnost hydroizolační ochrany spodní stavby

Účinnost hydroizolační ochrany je míra hydroizolační ochrany v daných podmínkách staveniště (hydrofyzikální expozice, přístupnost hydroizolace). Účinnost hydroizolační ochrany je dána především zamýšleným využitím spodní stavby. O její volbě také může rozhodnout některá z chráněných stavebních konstrukcí. Požadovanou účinnost musí definovat investor.

#### **Příklad 1:**

Ve vinném sklípku je omezené zatékání přípustné. Naopak pokud je ve spodní stavbě umístěna strojovna VZT bude požadována 100% účinnost.

#### **Příklad 2:**

O účinnosti hydroizolační ochrany suterénu s garážemi stavby, která má být zároveň chráněna proti vibracím, rozhodne nejspíš požadavek výrobce materiálu pro antivibrační vrstvu. Materiál z recyklované pryže nesmí být zaplaven vodou, jinak ztratí potřebnou pružnost.

### 1.4.2 Spolehlivost hydroizolační ochrany spodní stavby

Spolehlivost je pravděpodobnost dosažení požadované účinnosti hydroizolační ochrany a jejího udržení po dobu trvanlivosti objektu. Požadovanou spolehlivost určí projektant stavby podle:

- významu objektu a provozu v podzemních prostorách (závisí na vůli investora);
- hydrofyzikálního namáhání (namáhání vodou stékající po hydroizolaci, namáhání tlakovou vodou atd.);
- přístupnosti hydroizolačních konstrukcí k případné opravě;
- předpokládaného namáhání konstrukce výstavbou.

### 1.4.3 Tvarové a dispoziční uspořádání

- hydroizolačně nejbezpečnější je suterén, který nebyl postaven;
- o něco bezpečnější je suterén nad hladinou podzemní vody;
- neumisťovat provozy náročné na hydroizolační ochranu do suterénu;
- jednoduché tvary objektu;
- pokud možno neprovádět dilatační spáry;
- rezervace prostoru pro hydroizolační a související konstrukce;
- vymezit dostatečný pracovní prostor pro realizaci hydroizolační konstrukce, popř. pro provedení drenáže.

### 1.4.4 Konstrukční, materiálové řešení objektu a postup výstavby

- volba způsobu pažení (ochrana výkopu před jeho sesunutím do stavební jámy);
- volba napojení vodorovné a svislé hydroizolace;
- ukončení pilot pod hydroizolační konstrukcí;
- ochrana hydroizolace v etapových spojích;
- skladování materiálu;
- trvanlivá staviva bez dutin umožňující sanaci (ne dutinové cihly, pórobeton).



Obr. 6 – Nesprávné skladování materiálu - výztuž železobetonové základové desky je skladována na hydroizolaci chráněné pouze textilií (možnost poškození hydroizolační fólie výztuží)



## 2 Zatížení spodní stavby

### 2.1 Druhy namáhání spodní stavby

- mechanické (tlak zeminy);
- hydrofyzikální namáhání;
- radon, metan;
- vibrace;
- korozní namáhání (např. hladové vody);
- bludné proudy.

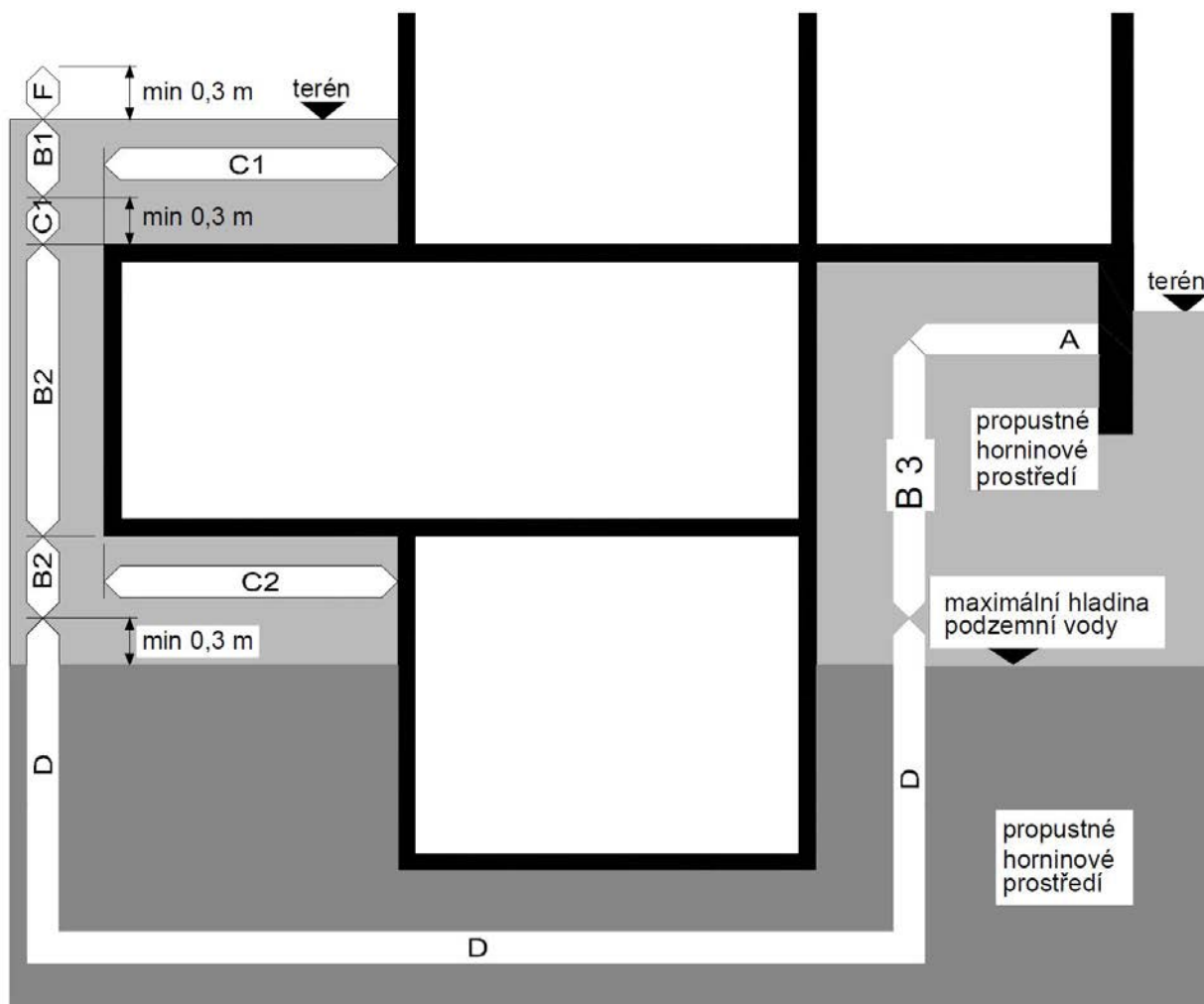
### 2.2 Hydrofyzikální namáhání

Hydrofyzikální namáhání jednotlivých konstrukcí spodní stavby určujeme podle jejich polohy vůči návrhové hladině podzemní vody a podle toho, zda se jedná o vodorovnou nebo svislou konstrukci. Dále rozhodne druh zeminy kolem objektu (propustná - písky, štěrky, hlíny; nepropustná - jíly) a případné trvalé odvodnění mezi konstrukcí a okolním prostředím (drenáž). Návrhová hladina podzemní vody je maximální úroveň hladiny podzemní vody stanovená s 95% pravděpodobností. Mimořádnou pozornost je třeba věnovat lokalitám s podzemní vodou, s nepropustnými zeminami nebo s anomáliemi v geologických podmínkách.

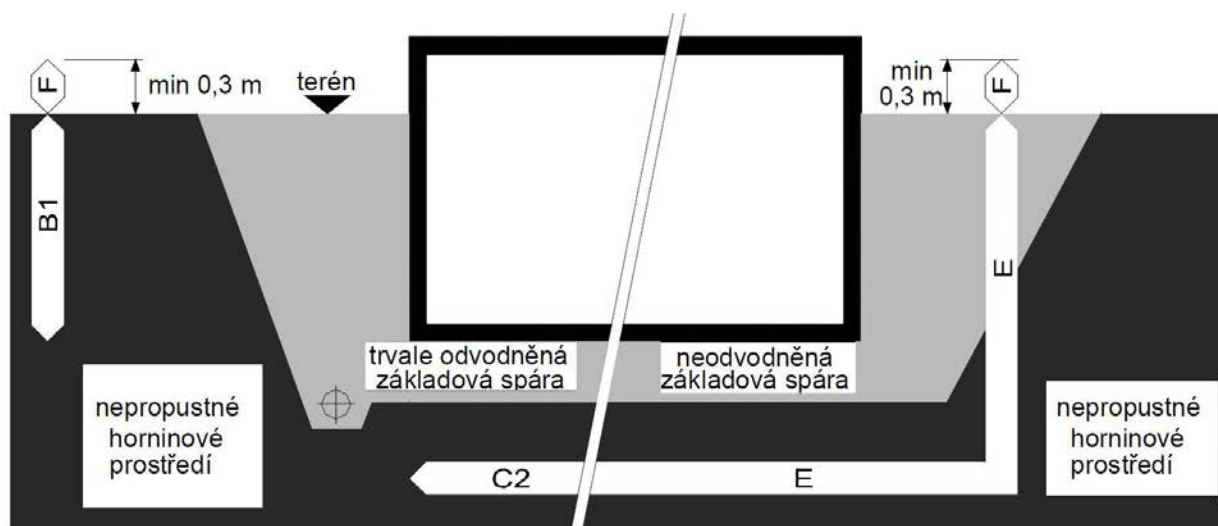
Rozdělení oblastí hydrofyzikálního namáhání je zachyceno na obrázcích 7, 8 a v příslušných tabulkách. Rozdělení je platné za předpokladu, že mezi podzemními konstrukcemi a přílehlou zeminou nad návrhovou hladinou podzemní vody je navržena a provedena funkční drenážní vrstva. Požadavek vychází z řady zkušeností, kdy rozbory vývrtů z hydrogeologického průzkumu naznačovaly, že v okolí objektu jsou propustné zeminy a po provedení stavební jámy se zjistilo, že část jejího půdorysu zasahuje do lokální čočky nepropustné zeminy, nebo v důsledku předchozí stavební činnosti jsou v okolí objektu pod terénem zbytky nepropustných vrstev, např. historických komunikací. Voda hromadící se na těžko předvídatelných lokálně nepropustných vrstvách by bez možnosti odtoku drenážní vrstvou působila na podzemní konstrukce tlakem.

#### 2.2.1 Klasifikace vod působících na stavby (formy výskytu vody v přírodě i ve stavbě)

- atmosférická voda:
  - vlhkost vnějšího vzduchu;
  - kapalné a tuhé srážky;
- povrchová voda:
  - voda stékající po povrchu území;
  - voda v tocích a nádržích;
- podpovrchová voda:
  - zemní vlhkost;
  - prosakující voda;
  - podzemní voda;
- provozní voda:
  - vlhkost vnitřního vzduchu;
  - voda stékající po povrchu mokřím provozem smáčených nebo skrápěných konstrukcí;
  - voda v nádržích, bazénech apod.;
- technologická voda:
  - voda zabudovaná do konstrukce při realizaci;
- kondenzovaná voda:
  - vodní pára kondenzující na povrchu konstrukcí;
  - vodní pára kondenzující uvnitř konstrukcí.



Obr. 7 – Hydrofyzikální namáhání spodní stavby v propustném horninovém podloží (propustné zemině)



Obr. 8 – Hydrofyzikální namáhání spodní stavby v nepropustné zemině – trvale odvodněná a neodvodněná spára mezi hydroizolační konstrukcí a okolním prostředím

Legenda k obrázkům 7 a 8:

A - Namáhání vlhkostí přilehlého pórovitého prostředí (zemní vlhkost).

B1 - Namáhání vodou prosakující přilehlým pórovitým prostředím (gravitační voda prosakující od povrchu terénu horninovým prostředím kolem vertikálních ploch podzemních částí budov).

B2 - Namáhání vodou prosakující přilehlým pórovitým prostředím a stékající po povrchu konstrukcí (voda prosakující od povrchu terénu a voda stékající kolem vertikálních ploch podzemí budovy z výše umístěných ploch horizontálních).

B3 - Namáhání vodou prosakující přilehlým pórovitým prostředím a stékající po povrchu konstrukcí, které není možné zpřístupnit výkopem podél objektu.

C1 - Namáhání gravitační vodou hromadící se na horizontálních plochách podzemních konstrukcí.

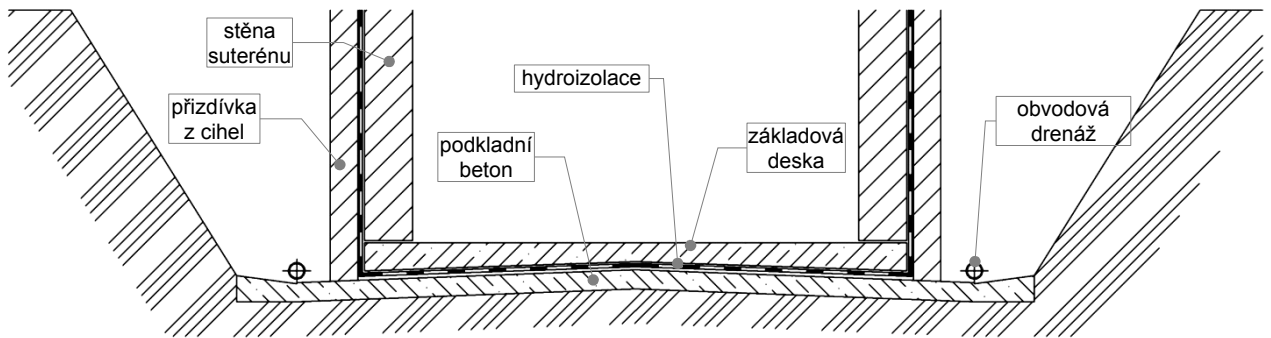
C2 - Namáhání vodou prosakující přilehlým pórovitým prostředím a zasakující pod vodorovné konstrukce.

D - Namáhání tlakovou podzemní vodou.

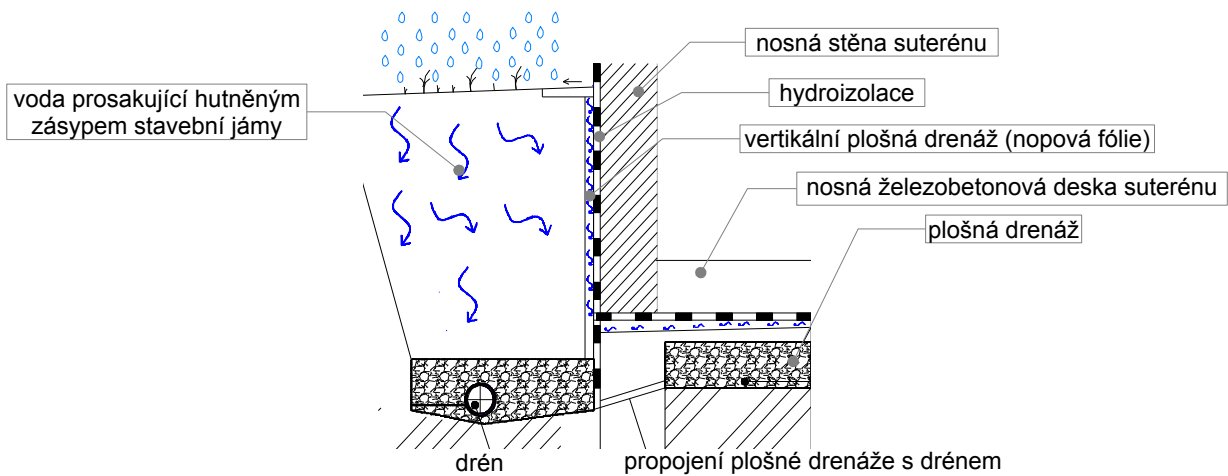
E - Namáhání tlakovou vodou vzniklou hromaděním vody v zásypech stavební jámy.

F - Namáhání srážkovou povrchovou a odstříkující vodou.

Při dimenzování ale doporučujeme vycházet z toho, že hromaděním vody mezi základovou spárou a hydroizolační konstrukcí nelze zabránit s absolutní spolehlivostí. Při použití principů řešení podle obrázků 7 a 8 proto doporučujeme navrhovat hydroizolaci pro hydrofyzikální namáhání C.



Obr. 9 – Příklad provedení hydroizolace spodní stavby suterénu v prostředí s nepropustnou zemínou - podkladní beton prováděn přímo na nepropustné zemině, dno stavební jámy spádováno k obvodu, kde je uložena drenáž – řešení brání pronikání vody mezi základovou spáru a hydroizolační konstrukcí



Obr. 10 – Mezi zeminou a hydroizolační konstrukcí podlahy je provedena masivní drenážní vrstva (např. vrstva štěrkopísku) napojená na obvodovou drenáž, dno stavební jámy spádováno k obvodu – odvodňuje se prostředí pod hydroizolační konstrukcí

Tab. 1 – Definice hydrofyzikálního namáhání (dle obrázků 7 a 8 )

Ozn.	Definice hydrofyzikálního namáhání	Poznámka
A	Namáhání vlhkostí přilehlého pórovitého prostředí (zemní vlhkost)	-
B	Namáhání vodou volně stékající po svislých plochách	Vždy funkční trvalé odvodnění přiléhajícího prostředí, voda se nemůže hromadit a působit tlakem, jinak namáhání jako v oblasti E
C	Namáhání vodou volně stékající po sklonitých plochách	
D	Namáhání tlakovou podzemní vodou	-
E	Namáhání tlakovou vodou vzniklou hromaděním vody: - v zásypech stavební jámy, - v pórovitém prostředí přilehlém k vodorovným i sklonitým konstrukcím - na nepropustných vrstvách v okolí objektu - na nepropustných podkladních vrstvách hydroizolace	Například i voda hromadící se ve vrstvách tepelné izolace z XPS položené přímo na vodorovné i sklonité hydroizolaci
F	Namáhání srážkovou povrchovou a odstřikující vodou	-

Tab. 2 – Definice přístupnosti hydroizolace

Index		Definice	Příklady
V	Volně přístupné	Nezakrytá hydroizolace	-
P	Přístupné	Hydroizolace zakrytá vrstvami, které lze odstranit, aniž by došlo k jejich znehodnocení	Dlažba na podložkách, dlažby v zásypech, demontovatelné klempířské konstrukce, vegetační střechy s tloušťkou substrátu do 15 cm, stěny z vodonepropustného betonu
O	Obtížně přístupné	Hydroizolace zakrytá vrstvami, které lze odstranit bez zásadního zásahu do nosných konstrukcí a při použití obvyklých technologií, odstraňované vrstvy jsou obvykle znehodnoceny a nebo přístup k hydroizolaci znamená zásah do majetkových práv 2. osob	Hydroizolace přístupná při odkopání objektu, vegetační střechy, hydroizolace pod monolitickými ochrannými nebo provozními vrstvami, hydroizolace pod nosnými stěnami, předzahrádky různých majitelů, suterénní stěny na hranici pozemku, veřejná komunikace podél objektu, zastavěné stěny z vodonepropustného betonu, základové desky z vodonepropustného betonu
N	Nepřístupné	Není umožněn přístup k hydroizolaci bez zásadních zásahů do nosných konstrukcí a nebo je nutné využít speciální technologie	Pažení Milánskými stěnami, hydroizolace pod základovou deskou, půdorys suterénu menší než půdorys vyššího podlaží.

Pro stavby všeho druhu je nejhorším hydrofyzikálním namáháním namáhání tlakovou vodou. Tlaková voda se může tvořit:

- pod hladinou podzemní vody v propustné zemině;
- v zásypu stavební jámy hloubené v nepropustné zemině.

Tlakovou vodu do zásypů v nepropustné zemině přivádí také kanalizace, kolektory, metro, atd., může se vytvářet také za objektem, který tvoří překážku přirozenému odtoku vody po svažitém terénu anebo v místech tzv. bezodtokových „pánví“.

Tlaková voda se může vytvářet také na lokální nepropustné vrstvě (např. vrstva jílu v písčité zemině), na horizontální podzemní konstrukci rozlehlé nebo v protisklonu, v souvrství provozní střechy suterénu (vegetační střecha, terasa, parkoviště, ...) nebo na podkladním betonu.

## 2.2.2 Hladina podzemní vody při inženýrsko-geologickém průzkumu

- naražená - hladina podzemní vody při provedení vrtu;
- ustálená - hladina podzemní vody po určitém čase po provedení vrtu;
- kolísající - pravidelné stoupání a klesání hladiny podzemní vody v čase;
- vázaná na hladinu vodního toku - hladina podzemní vody je v úrovni hladiny blízké řeky;
- maximální – návrhová (při jejím určení zohlednit tvar terénu a geologický profil v širším území, historii území, vůli investora / výši pojistky);

## 2.3 Úprava hydrofyzikálního namáhání

### 2.3.1 Použití drenáže

#### **Drenáž navrhujeme:**

- při nefunkční hydroizolaci, kterou nelze sanovat;
- drenáž je součástí systému hydroizoační ochrany;
- drenáž je zřízena jako pojistné opatření – vybudována se stavbou, ale uvedena do funkce až při selhání hydroizolace.

#### **Drenáž nenavrhujeme:**

- pod hladinou podzemní vody v propustných zeminách.

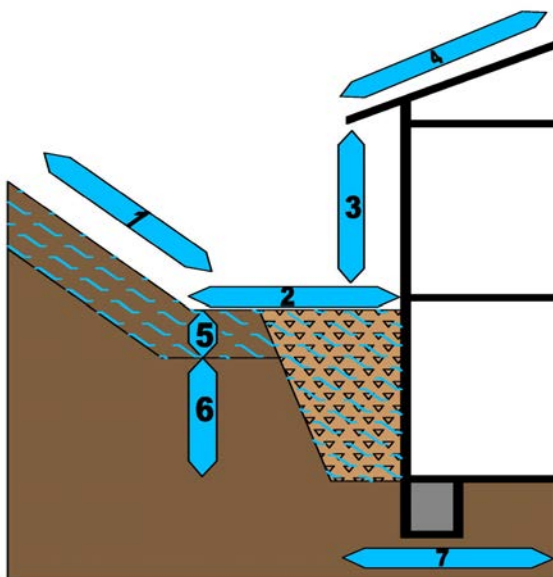


### 2.3.2 Druhy drenáže

- podle prostorového uspořádání:
  - plošná (vertikální nebo horizontální);
  - liniová;
  - kombinace;
- podle předpokládané doby používání:
  - trvalá;
  - dočasná.

### 2.3.3 Návrh drenáže vychází z

- podrobného průzkumu lokality;
- znalosti přítoků vody v jednotlivých oblastech;
- hydraulických výpočtů (spočtení množství vody přitékající k drenáži a rozměrů drenážního potrubí);
- projednání možností odvedení vody z drenáže.



Obr. 11 – Zdroje vody (1 – povrchová voda přitékající z okolních pozemků, strání, svahů a komunikací, 2 – srážky dopadnuté do bezprostředního okolí objektu, 3 – srážková voda zachycená a stékající po stěnách předmětného objektu, 4 – srážková voda ze střechy objektu, v případě skupiny objektů je třeba počítat s vodou ze všech objektů, 5 – voda přitékající k objektu těsně pod povrchem terénu půdním prostředím, 6 – podpovrchová voda pronikající stěnami výkopové jámy, 7 – podpovrchová voda pronikající do jámy základovou spárou)

### 3 Navrhování (dimenzování) hydroizolační konstrukce

Trvanlivost systému hydroizolační ochrany je dána trvanlivostí jejího nejslabšího prvku.

#### 3.1 Prvky spolehlivosti systému hydroizolační ochrany vnější – mimo hydroizolační konstrukci

- výšková a půdorysná členitost objektu;
- přístupnost hydroizolačních konstrukcí pro případnou opravu;
- možnost upravit hydrofyzikální namáhání;
- spolehlivost a počet hydroizolačních konstrukcí a jejich vzájemné spojení (např. zamezení šíření vody ve spáře mezi povlakovou hydroizolační konstrukcí a plošnou nosnou konstrukcí) popřípadě konstrukcí dodatečně aktivovatelných.

#### 3.2 Příklady hydroizolačních konstrukcí

1. jeden pás nebo fólie s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a jehlou nebo jiskrovou zkouškou (např. GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL nebo ALKORPLAN 35 034);
2. jeden pás nebo fólie s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů podtlakem (zkušebním zvonem s vývěvou) nebo více pásů mezi sebou plošně spojených s vystřídáními spoji (např. ALKORPLAN 35 034 nebo GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL a ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL);
3. jeden pás nebo fólie s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů tlakem (spoj s kontrolním kanálkem – dvojitý svár nebo přeplátování);
4. dva pásy nebo fólie s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrolou spojů i plochy kdykoli podtlakem (dvojitý hydroizolační systém DUALDEK), při určitém konstrukčním uspořádání lze aktivaci opakovat;
5. vodonepropustná betonová konstrukce;
6. betonová konstrukce, např. betonem prolévané betonové tvarovky, klasická železobetonová konstrukce dimenzovaná z hlediska potřeb statiky;
7. kombinace 1 + 6 – jeden pás nebo fólie s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů podtlakem (zkušební zvony) nebo více pásů mezi sebou plošně spojených s vystřídáními spoji liniově napojený na nosnou betonovou konstrukci;
8. vodonepropustná betonová konstrukce + bentonitová rohož.

### 3.3 Dimenze hydroizolačních konstrukcí s povlaky

Tab. 3 – Minimální dimenze hydroizolačních konstrukcí s povlaky z asfaltových pásů pro nejčastější kombinace hydrofyzikálního namáhání a přístupnosti

Hydrofyzikální namáhání dle tabulky 1	Minimální dimenze hydroizolačních vrstev s povlakovými izolacemi a požadované zkoušky těsnosti		Poznámky
	Asfaltové pásy		
A - zemní vlhkost	1 x pás typu S modifikovaný s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a jehlou nebo jiskrovou zkouškou	<ul style="list-style-type: none"> <li>GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL</li> <li>ochrana hydroizolace proti poškození</li> </ul>	-
B - stékající po svislých plochách	2 x pás typu S modifikovaný, pásy mezi sebou plošně spojené s vystřídáními spoji	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 x GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL</li> <li>ochrana hydroizolace proti poškození</li> </ul>	Nutné zajistit spolehlivé řešení hydroizolace dna a stěny při poklesu dna vůči stěně stavební jámy, dbát na zvýšenou spolehlivost etapového spoje mezi hydroizolací dna a stěny stavební jámy.
C - stékající po sklonitých plochách			
E - tlaková voda s možností přístupu k hydroizolaci			
F- srážková povrchová a odstříkující voda			
D - tlaková podzemní voda	-	-	
tlaková voda hromadící se v zásypech stavební jámy			
tlaková voda na nepropustných zeminách v okolí objektu	-	-	
tlaková voda na nepropustných podkladních vrstvách hydroizolace			

Tab. 4 – Minimální dimenze hydroizolačních konstrukcí s povlaky z hydroizolační fólie z PVC-P pro nejčastější kombinace hydrofyzikálního namáhání a přístupu

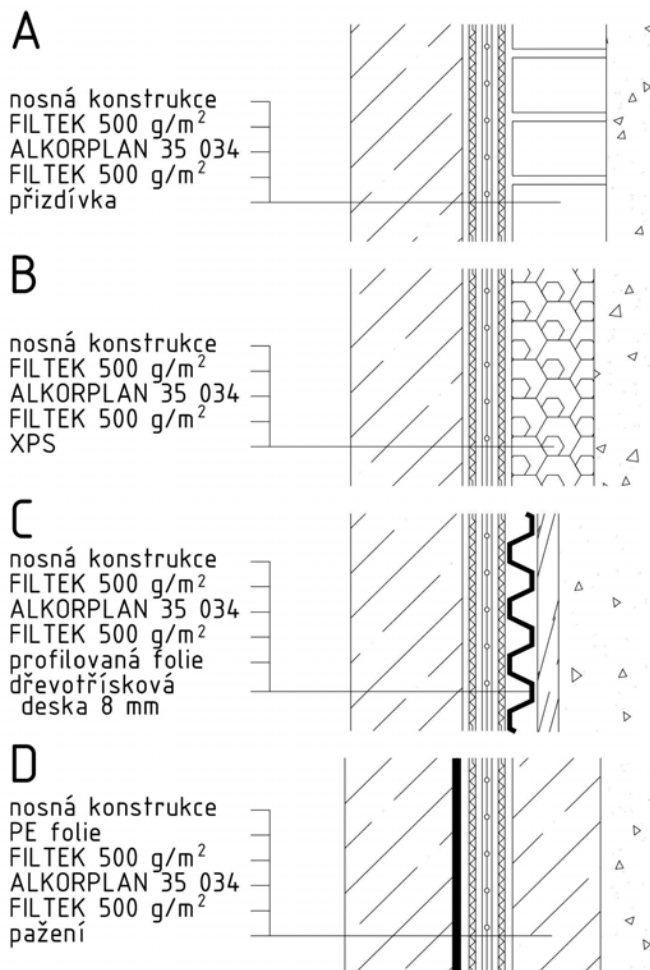
Hydrofyzikální namáhání dle tabulky 1	Minimální dimenze hydroizolačních vrstev s povlakovými izolacemi a požadované zkoušky těsnosti		
	Hydroizolační fólie	Poznámky	
A - zemní vlhkost	1 x fólie PVC-P v tl. min. 1,5 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podkladní a separační netkaná textilie z polypropylenových vláken 500 g/m<sup>2</sup>, FILTEK 500</li> <li>• hydroizolační fólie z PVC-P tl. 1,5 mm, ALKORPLAN 35 034</li> <li>• ochrana hydroizolace proti poškození</li> </ul>	
B - stékající po svislých plochách	1 x fólie PVC-P v tl. min. 1,5 mm		
C - stékající po sklonitých plochách	s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů pod tlakem (zkušební zvony)		
E -tlaková voda s možností přístupu k hydroizolaci	1 x fólie PVC-P v tl. min. 1,5 mm s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů pod tlakem (zkušební zvony)	-	
F- srážková povrchová a odstříkující voda	1 x fólie PVC-P v tl. 1,5 mm s kontrolou provedení před předáním povlaku vizuálně a kontrola spojů tlakem (spoj s kontrolním kanálkem – dvojitý svár nebo přeplátování)		
D - tlaková podzemní voda	2 x fólie v tl. 1,5 mm s aktivním kontrolním a aktivovatelným systémem v sektorech (např. DUALDEK) 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podkladní a separační netkaná textilie z polypropylenových vláken 500 g/m<sup>2</sup>, FILTEK 500</li> <li>• hydroizolační fólie z PVC-P tl. 1,5 mm, ALKORPLAN 35 034</li> <li>• drenážní vložka z plastových vláken 900 g/m<sup>2</sup>, DEKDREN P900</li> <li>• hydroizolační fólie z PVC-P tl. 1,5 mm, ALKORPLAN 35 034</li> <li>• ochrana hydroizolace proti poškození</li> </ul>	1)
tlaková voda hromadící se v zásypech stavební jámy			
tlaková voda na nepropustných zeminách v okolí objektu			
tlaková voda na nepropustných podkladních vrstvách hydroizolace			

Poznámka k tabulce 4:

1) Nutné zajistit spolehlivé řešení hydroizolace dna a stěny při poklesu dna vůči stěně stavební jámy, dbát na zvýšenou spolehlivost etapového spoje mezi hydroizolací dna a stěny stavební jámy.

### 3.4 Ochrana hydroizolačních povlaků

K ochraně mohou být použity vrstvy, které v konstrukci plní další funkce: tepelněizolační, drenážní, hydroakumulační atd.



Obr. 12 – Příklady provedení ochrany hydroizolace: A - provedení vnější přizdívky z cihel, B - tepelněizolační vrstva z nenasákavého extrudovaného polystyrenu (XPS), C - svislá drenážní vrstva z profilované fólie (nopová fólie), profilovaná fólie chráněna při provádění hutněného zásypu stavební jámy dřevotřískovou deskou, D - hydroizolace provádění z vnitřní strany na pažení, které pak plní funkci její ochrany

## 4 Druhy hydroizolací

### 4.1 Asfaltové pásy

#### 4.1.1 Charakteristika

- modifikovaný (obvykle SBS modifikovaný) nebo oxidovaný asfalt;
- vložka z polyesterové rohože nebo skleněné tkaniny;
- natavitelné, tl. obvykle 4 mm;
- **vložka z Al fólie - asfaltové pásy s kovovými výztužnými vložkami nelze ve vrstvě izolace proti radonu použít jako samostatný pás, vždy je nutné jej kombinovat s druhým asfaltovým pásem s nekovovou vložkou (dle normy ČSN 73 0601 (2006) Ochrana staveb proti radonu z podloží).**

#### 4.1.2 Použitelnost - dovolené zatížení povlaků

Izolační povlak má být vystaven pouze silám kolmým k jeho povrchu, které mají být rovnoměrně rozloženy. Napětí v tlaku nemá u asfaltových povlaků z modifikovaných pásů překročit **0,5 MPa** při teplotě do **20°C**. V podmínkách gravitační vody se dodržení uvedených zásad doporučuje. Hydroizolační povlaky z modifikovaných asfaltových pásů nemají být trvale vystaveny teplotě vyšší než **40°C**.

#### 4.1.3 Konstrukční a materiálové řešení, příklady výrobků

Povlakové hydroizolace z asfaltových pásů se vytvářejí z jednoho či více asfaltových pásů. V povlacích z více pásů musí být pásy mezi sebou celoplošně svařeny. Na vodorovných plochách se připojení k podkladu realizuje bodovým natavením. Slouží k fixaci povlaků při realizaci. V oddůvodněných případech je možné od natavení upustit. Na svislých plochách je nezbytné provést připojení asfaltových pásů k podkladu. Čelí se tím jejich sesouvání vlastní vahou, proti sesunutí při zasypávání a hutnění zásypů stavební jámy nebo při betonáži. Připojení k podkladu se provádí bodovým natavením nebo kotvením prvního asfaltového pásu. V případě bodového natavení je nezbytné stavební konstrukce jako podklad pro asfaltové pásy penetrovat.

V komplikovaných případech (složité tvary základových konstrukcí, nepříznivé klimatické podmínky v době realizace) je třeba v projektu a rozpočtu počítat s jedním pásem navíc proti počtu pro dané hydrofyzikální namáhání.

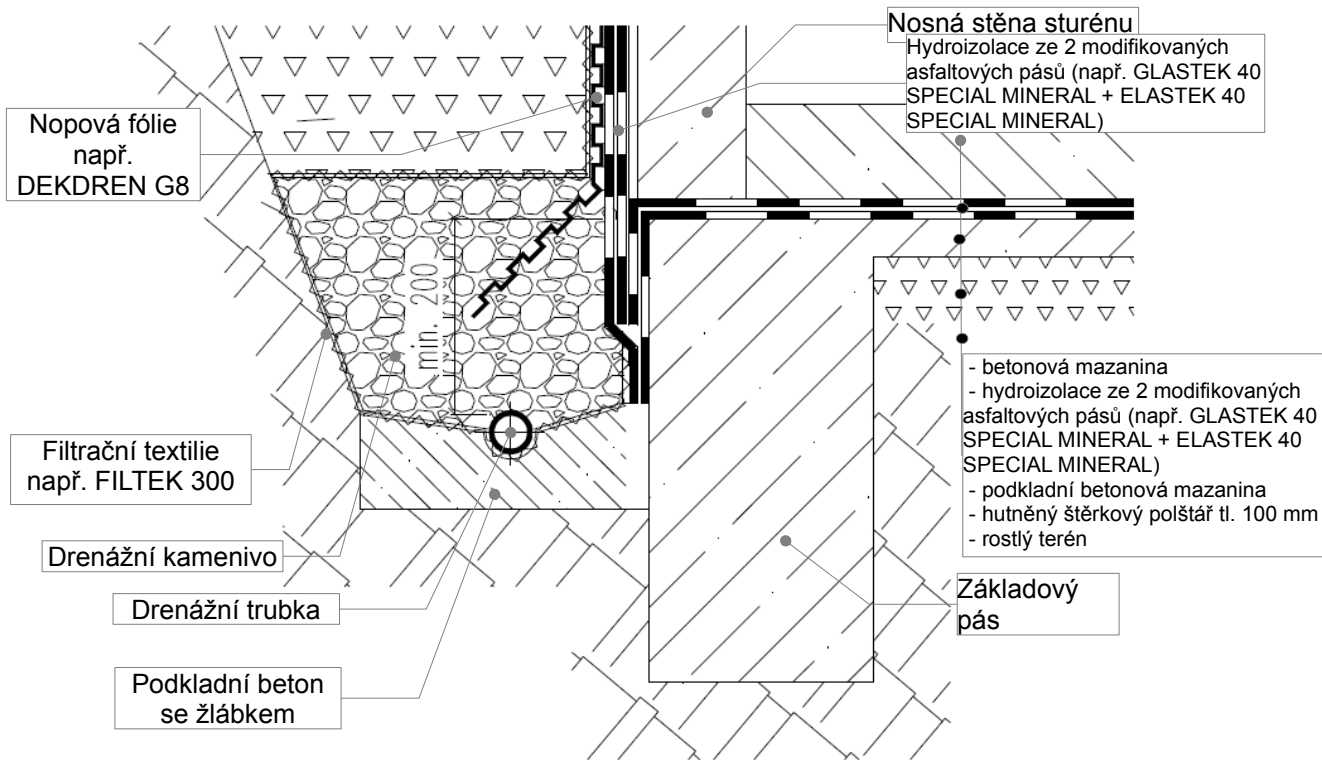


Obr. 13, 14 – Provedení hydroizolace spodní stavby z SBS modifikovaných asfaltových pásů (GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL nebo ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL)

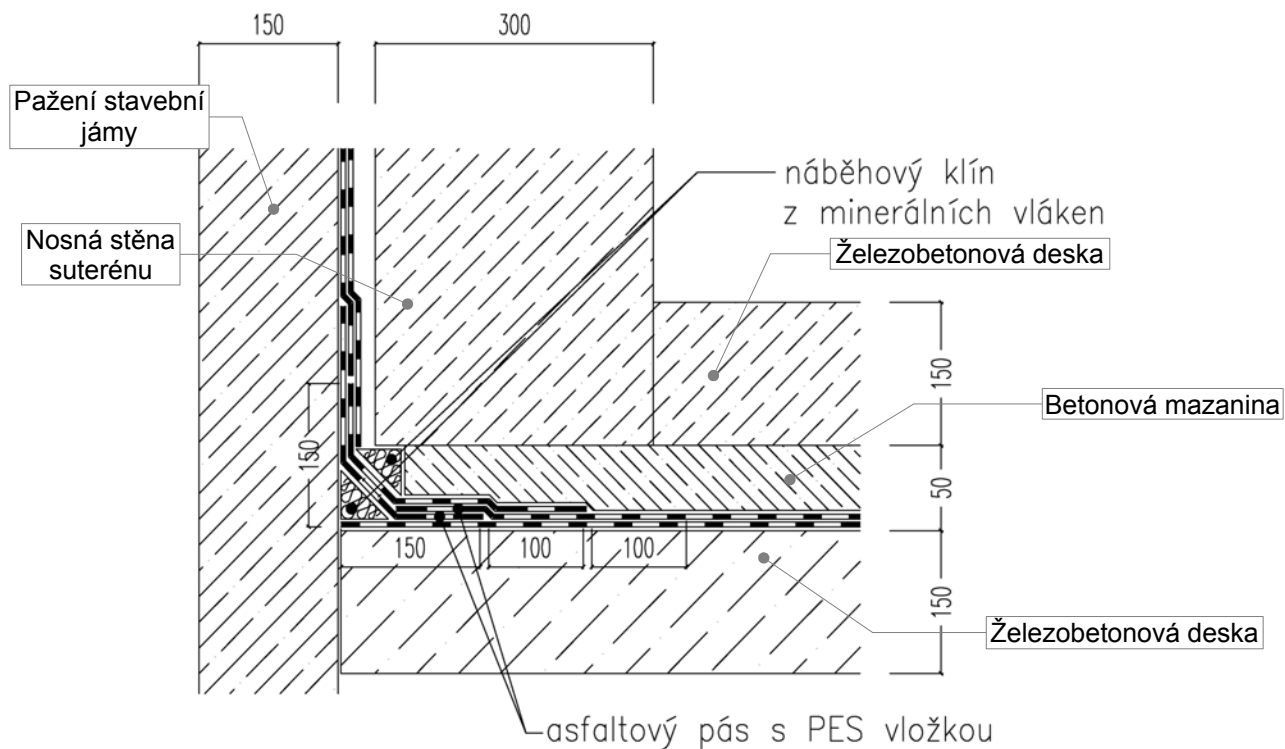
### 4.1.4 Detaily

V této kapitole jsou uvedeny zásady řešení vybraných konstrukčních detailů s hydroizolací z asfaltových pásů.

#### Přechod vodorovné hydroizolace na svislou



Obr. 15 – Příklad etapového spoje, kdy je hydroizolace prováděna na nosnou konstrukci z vnější strany

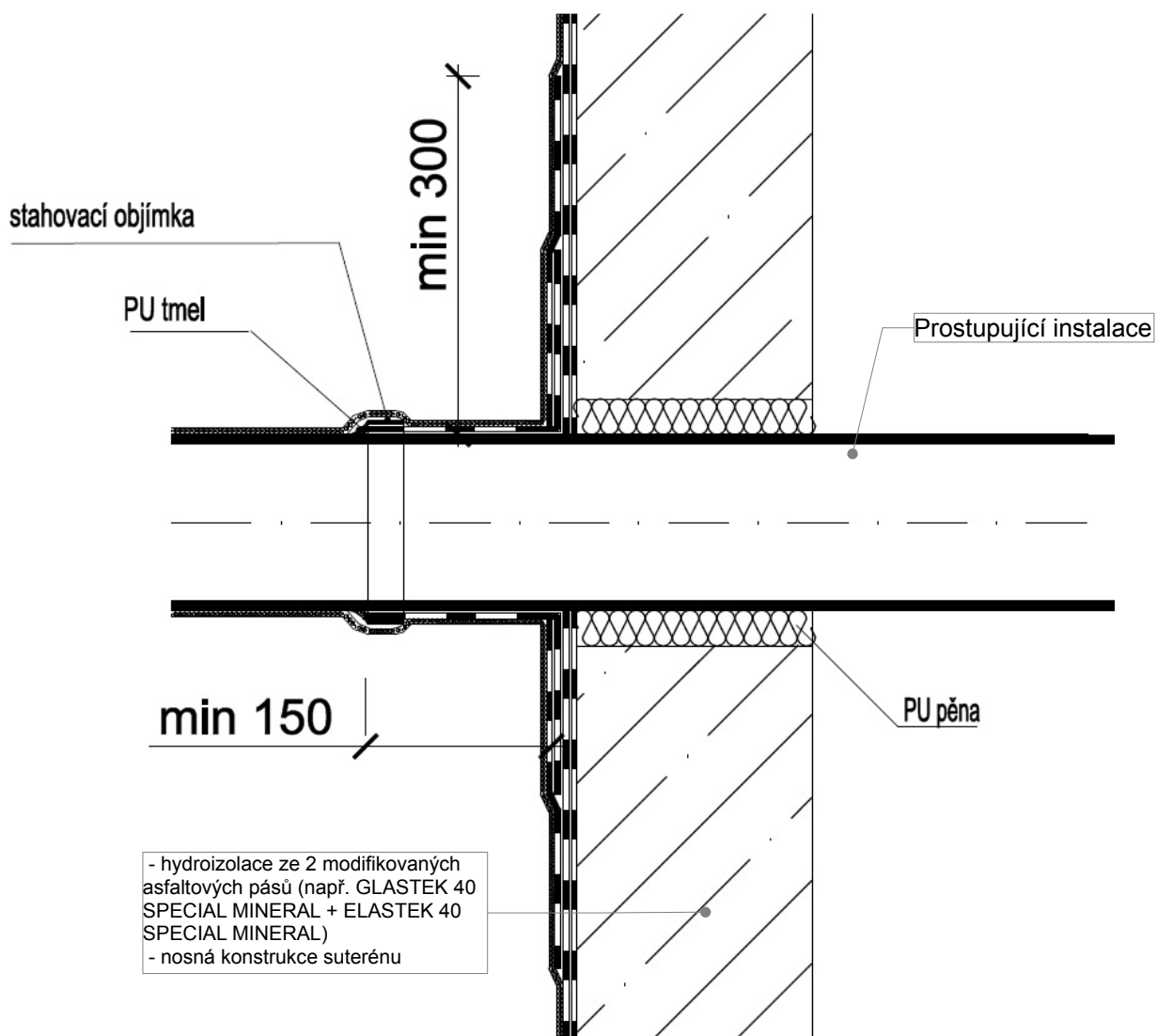


Obr. 16 – Příklad etapového spoje, kdy je hydroizolace prováděna na upravené pažení stavební jámy nebo nosný plášť izolačního povlaku

Pásky se z vodorovné plochy na svislou vytahují přes náběhový klín z měkkého materiálu např. klín z minerálních vláken. Na velikosti klínu a pružnosti asfaltových pásů závisí velikost dovoleného pohybu svislé a vodorovné plochy. Předpokládané dilatační pohyby stanovuje projektant.

**Prostupy hydroizolační vrstvou v oblastech hydrofyzikálního namáhání zemní vlhkostí a vodou volně stékající po vodorovných nebo sklonitých plochách (hydrofyzikální namáhání A, B a C)**

V podmínkách zemní vlhkosti a prosakující vody se napojení izolace na prostupy obvykle provádí opracováním izolačního povlaku kolem prostupující konstrukce. Ukončení asfaltového pásu na prostupující konstrukci se zajišťuje nerezovou stahovací objímkou – viz obrázek níže.



Obr. 17 – Prostup hydroizolací v oblasti hydrofyzikálního namáhání zemní vlhkostí a vodou volně stékající po vodorovných nebo sklonitých plochách

V případě snahy dosáhnout vyšší spolehlivosti utěsnění lze použít princip chráničky a sevření hydroizolačního povlaku mezi pevnou a volnou přírubu analogicky jako na obrázku 23.



### 4.1.5 Technologické postupy

Hydroizolace z asfaltových pásů by se neměly provádět při teplotách nižších než doporučených, za deště, sněhu, námrazy nebo silném větru. Doporučené minimální teploty vzduchu při zpracování asfaltových pásů jsou:

- modifikované ... + 5°C (minimální teplota je stanovena s ohledem na mezní podmínky pro kvalitní práci izolatérů, pás je teoreticky zpracovatelný i ze nižších teplot);
- oxidované ... + 10°C (v případě nutnosti zpracovat oxidované pásy za teplot od + 5°C do + 10°C doporučujeme role pásu skladovat ve vytápěné místnosti až do pokládky).

Teplota podkladu by neměla klesnout pod +5°C. Pokud nelze dodržet předepsané hodnoty, je nutné realizovat pomocná opatření v podobě vytápěných provizorních přístřešků, stanů apod. Při vysokých teplotách hrozí riziko zabudování nedovoleného napětí do asfaltového pásu z důvodu jeho délkové teplotní roztažnosti. Proto se doporučuje pokládat pásy jen do povrchové teploty asi +50°C (tj. při venkovní teplotě asi +25°C ve stínu).

Tab. 5 – Varianty hydroizolačního povlaku z SBS modifikovaných **asfaltových pásů**

Hydrofyzikální expozice	Skladba podle pořadí při natavování
Gravitační voda působící na horizontální a přilehlé níže umístěné vertikální plochy – oblasti B2, C1 a C2.	1) GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL 2) GLASTEK 40 SPECIAL detaily z ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL Navzájem plnoplošně spojeny.
Voda prosakující kolem povrchu konstrukcí – oblast B1	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
Zemní vlhkost A	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL

Tab. 6 – Varianty hydroizolačního povlaku z oxidovaných **asfaltových pásů**

Hydrofyzikální expozice	Skladba podle pořadí při natavování
Gravitační voda působící na horizontální a přilehlé níže umístěné vertikální plochy – oblasti B2, C1 a C2.	1) DEKGLASS G200 S40 2) DEKGLASS G200 S40 detaily z ELASTEK 40 MINERAL Navzájem plnoplošně spojeny.
Voda prosakující kolem povrchu konstrukcí – oblast B1	DEKGLASS G200 S40
Zemní vlhkost A	DEKGLASS G200 S40

## 4.2 Plastové fólie

### 4.2.1 Materiály

Hydroizolace spodní stavby se v současnosti provádějí většinou z termoplastů typu HDPE nebo PVC-P a elastomerů typu EPDM.

### 4.2.2 Konstrukční uspořádání

- jednovrstvé + ochrana z obou stran (např. FILTEK 500);
- jednovrstvé s dvojitými svary + ochrana z obou stran (např. FILTEK 500);
- dvojitě, mezera propojena s interiérem + ochrana z obou stran (např. FILTEK 500);
- jednoduché nebo dvojitě propojené s betonem podzemní konstrukce + ochrana vně (např. FILTEK 500).

### 4.2.3 Použitelnost - dovolené zatížení povlaků

V prostředí tlakové vody má být hydroizolace vystavena pouze silám kolmým k povrchu, které mají být rovnoměrně rozloženy. Napětí v základové spáře nemá u fóliových hydroizolací překročit **5 MPa** při teplotě do **20°C**, pokud výrobce nestanoví jinak. Fóliové hydroizolace na bázi měkkčeného PVC nemají být trvale vystaveny teplotě vyšší než **40°C**. Hydroizolační povlak nesmí být v žádném případě namáhán smykovými silami.

#### 4.2.4 Technologie provádění fólie z PVC-P

Fólie z PVC-P (např. ALKORPLAN 35 034) se spojují pomocí horkovzdušného přístroje - svařováním. Svařování horkým vzduchem spočívá v nahřátí povrchu fólií do plastického stavu a následném stlačení. Ke svařování se používá ruční přístroj (např. LEISTER TRIAC) s tryskou širokou 20 (40) mm nebo svařovací automat (např. LEISTER VARIMAT). Teplota horkého vzduchu při svařování se zpravidla pohybuje od 350°C do 450°C v závislosti na vnější teplotě, tloušťce fólií a rychlosti svařování. Šířka svaru je nejméně 25 mm. Svařované plochy musí být suché a čisté.



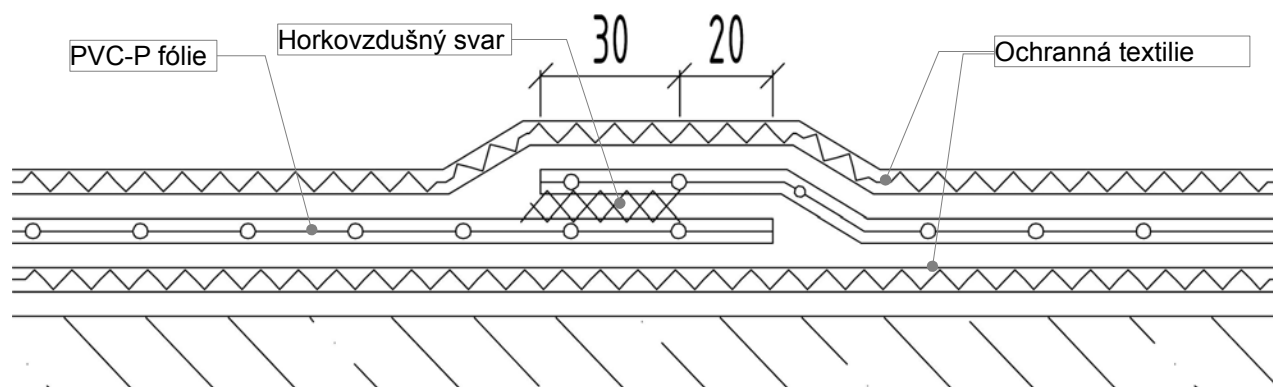
Obr. 18 – Provádění hydroizolace spodní stavby z plastové fólie



Obr. 19 – Provádění hydroizolace z plastové fólie - inženýrské stavby - dálniční tunel

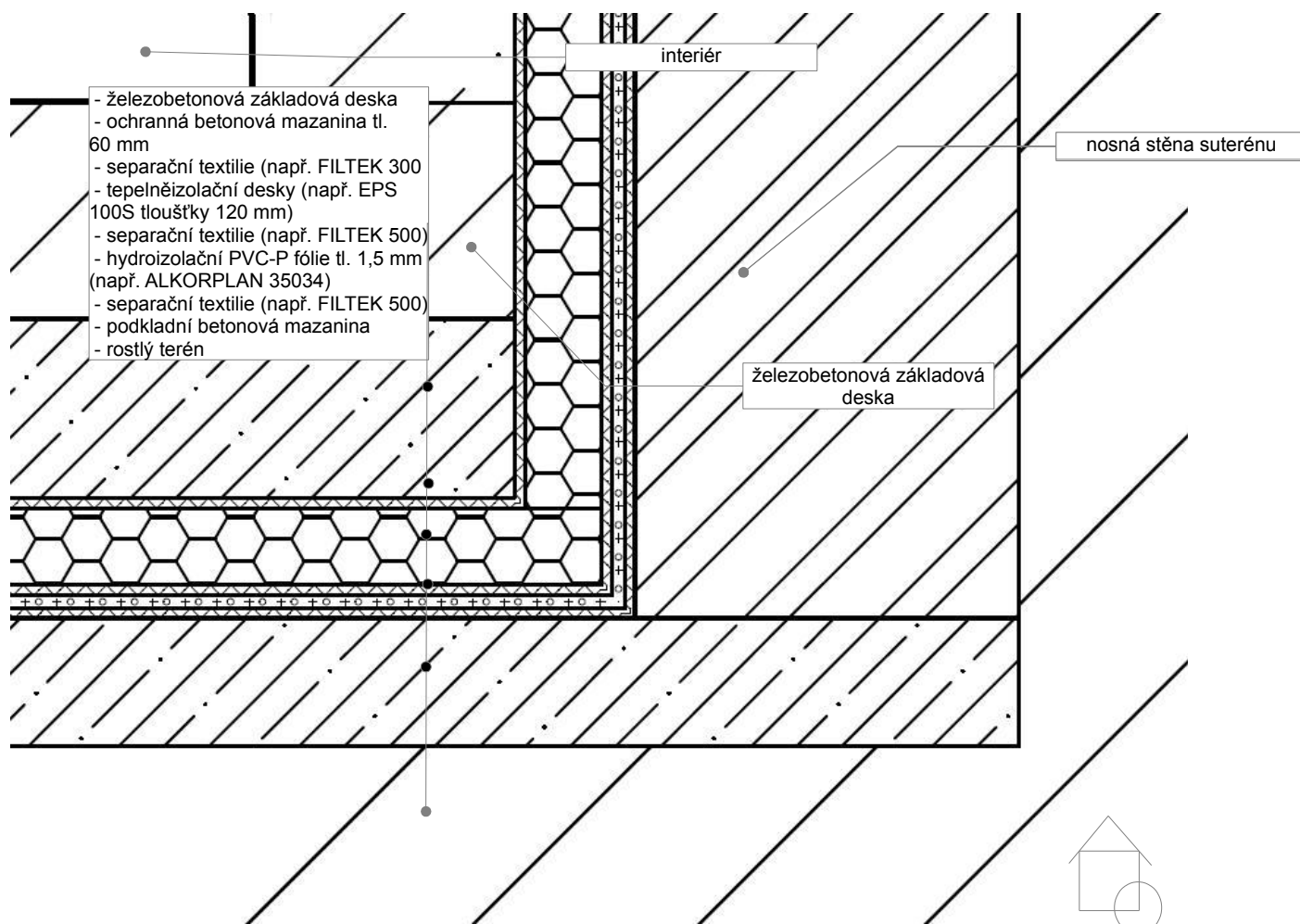
#### 4.2.5 Detaily

V této kapitole jsou uvedeny zásady řešení vybraných konstrukčních detailů s hydroizolací z PVC-P fólie.



Obr. 20 – Geometrie jednoduchého svaru fóliové hydroizolace

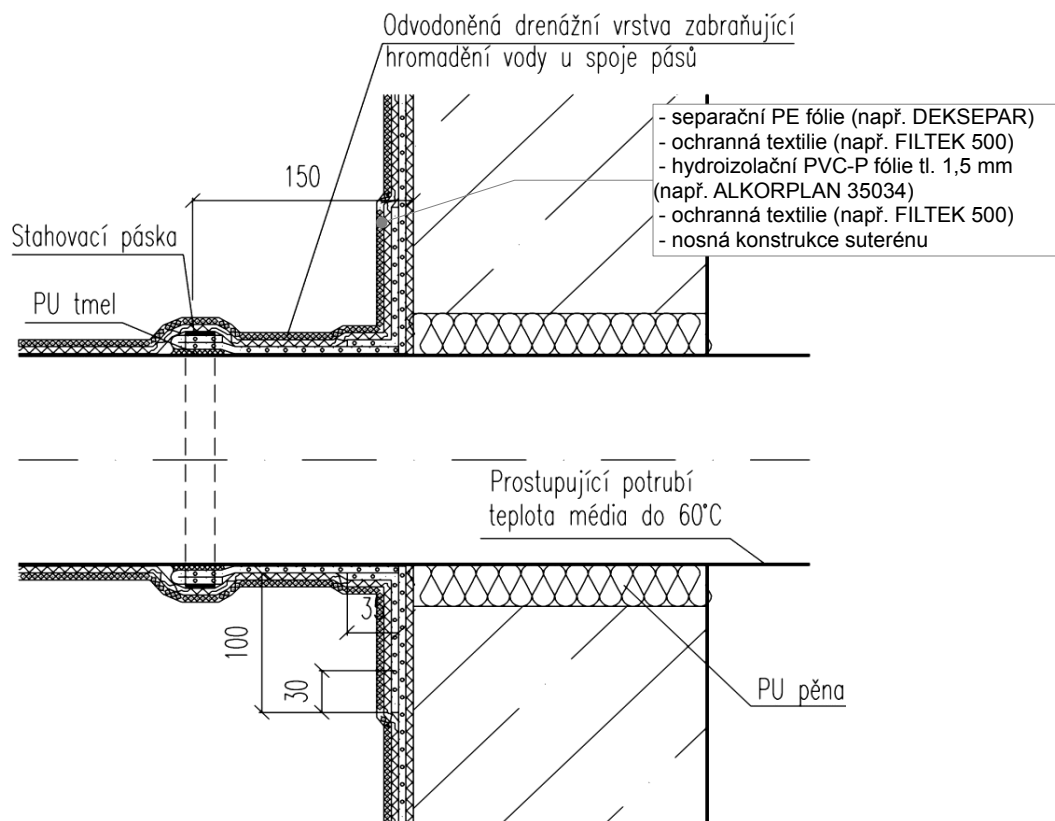
#### 4.2.6 Přechod vodorovné a svislé hydroizolace na podkladní konstrukci



Obr. 21 – Příklad provedení přechodu vodorovné hydroizolace na svislou

#### 4.2.7 Prostup hydroizolací v podmínkách hydrofyzikálního namáhání zemní vlhkostí a vodou volně stékající po vodorovných nebo sklonitých plochách (hydrofyzikální namáhání A, B a C)

V podmínkách zemní vlhkosti a prosakující vody se napojení izolace na prostupy obvykle provádí opracováním izolačního povlaku kolem prostupující konstrukce. Ukončení fólie na prostupující konstrukci se zajistí nerezovou stahovací objímkou.



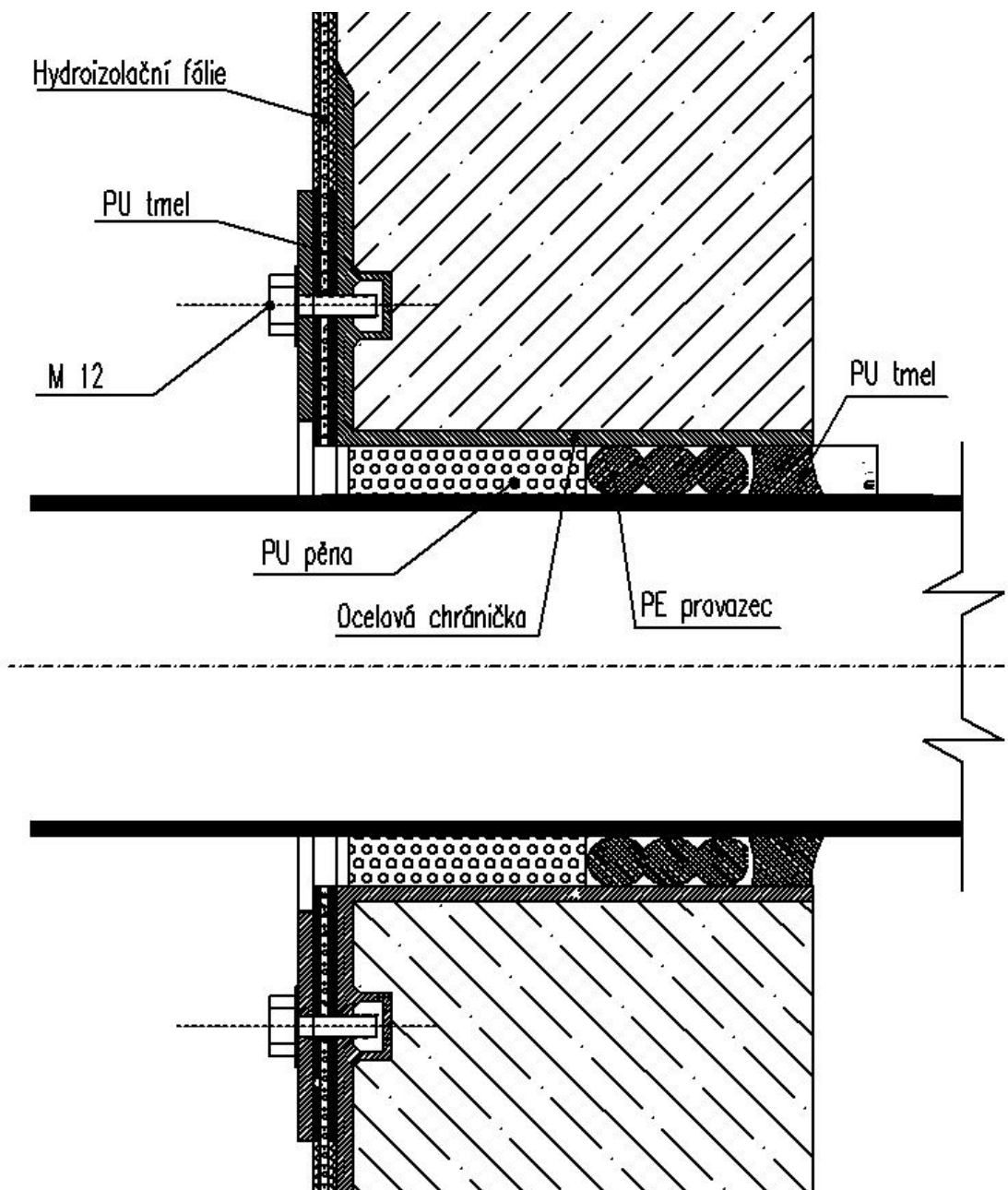
Obr. 22 – Prostup izolací v oblasti hydrofyzikálního namáhání zemní vlhkostí a vodou volně stékající po vodorovných nebo sklonitých plochách

#### 4.2.8 Prostupy izolacemi v oblastech hydrofyzikálního namáhání tlakovou vodou - D, E

V oblastech hydrofyzikálního namáhání tlakovou vodou se napojení izolace na prostupy obvykle provádí sevřením izolačního povlaku mezi pevnou a volnou přírubou chráničky z korozivzdorné oceli (nerezová ocel nebo žárově zinkovaná ocel). K utěsnění spáry mezi chráničkou a prostupující konstrukcí se používají různé systémy. Volba systému těsnění závisí na materiálu chráničky a potrubí, na teplotě vedeného média, na sklonu potrubí vůči stavební konstrukci a na průměru potrubí a chráničky. Osvědčily se teplem smršťitelné objímky, nafukovací vaky, svírané pryžové segmenty.

##### Zásady pro řešení prostupů s chráničkou:

- všechny ocelové příruby mají tloušťku 10 mm a min. šířku 120 mm. Ocelové prvky jsou z korozivzdorné oceli, popř. s trvanlivou korozivzdornou ochranou;
- svary příruby musí být vodotěsné;
- šroubované spoje musí být vodotěsné (vodotěsně přivařená pouzdra kolem závitů);
- v případě, že jsou pevné příruby z tvrzeného plastu (obvykle PE nebo PVC), volí se jejich tloušťka nejméně 15 mm;
- šrouby min. M12 v osových vzdálenostech max. 150 mm;
- všechny styky hydroizolačního povlaku s přírubou jsou podtmeleny PU tmelem;
- volná příruba může být sestavena z více dílů, mezera mezi nimi nesmí překročit 2 mm;
- mezi přírubami nesmí být sevřen spoj hydroizolace;
- maximální povrchová teplota prostupující konstrukce nesmí překročit 60°C.



Obr. 23 – Prostup izolací v podmínkách tlakové vody, příklad utěsnění prostupu

### 4.3 Hydroizolační konstrukce z PVC-P fólií s možností kontroly a aktivace (DUALDEK)

#### 4.3.1 Princip řešení

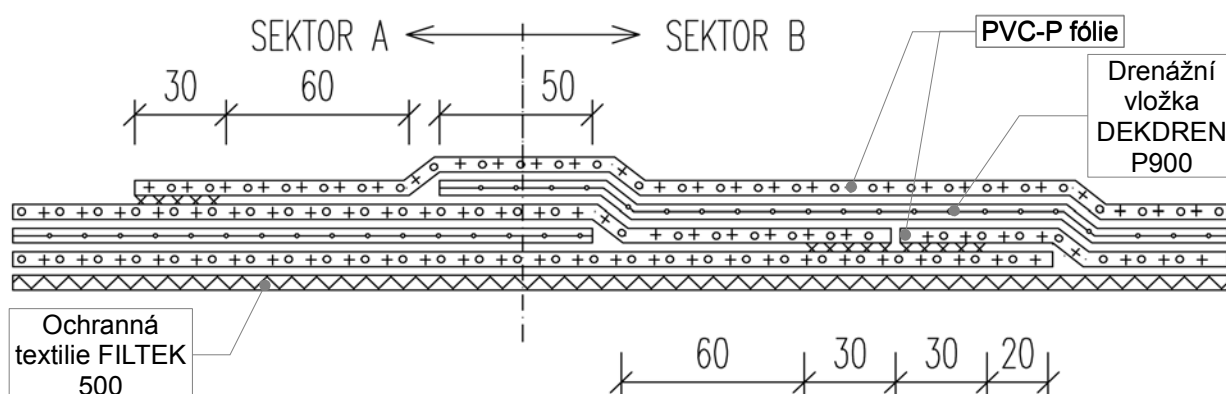
V případě, že je potřeba navrhnout takovou hydroizolaci, jejíž těsnost bude možné kontrolovat jak v průběhu výstavby, tak i po jejím skončení a v průběhu provozu, navrhuje se hydroizolační systém ze dvou fólií. Tento systém umožňuje také dodatečnou opravu případných netěsností ve formě vpravení injektážního prostředku mezi fólie.

Hydroizolační konstrukce se skládá ze dvou fólií svařených mezi sebou do sektorů, jejichž plocha a tvar závisí na členitosti izolované části a napětí v základové spáře (např. 10 x 2,7 m). Mezi fóliemi je drenážní vložka. Drenážní vložka mezi fóliemi musí umožnit bezpečné a rychlé odsátí vzduchu ze všech částí sektoru a transport těsnicí látky. Do sektorů se osadí kontrolní trubice, pomocí nichž a hadic se propojí prostor mezi fóliemi zpravidla s interiérem. Trubicemi se provádí vakuová kontrola vodotěsnosti plochy a spoju hydroizolačního povlaku. Hydroizolační konstrukce je sevřena mezi dvě tuhé stavební konstrukce.

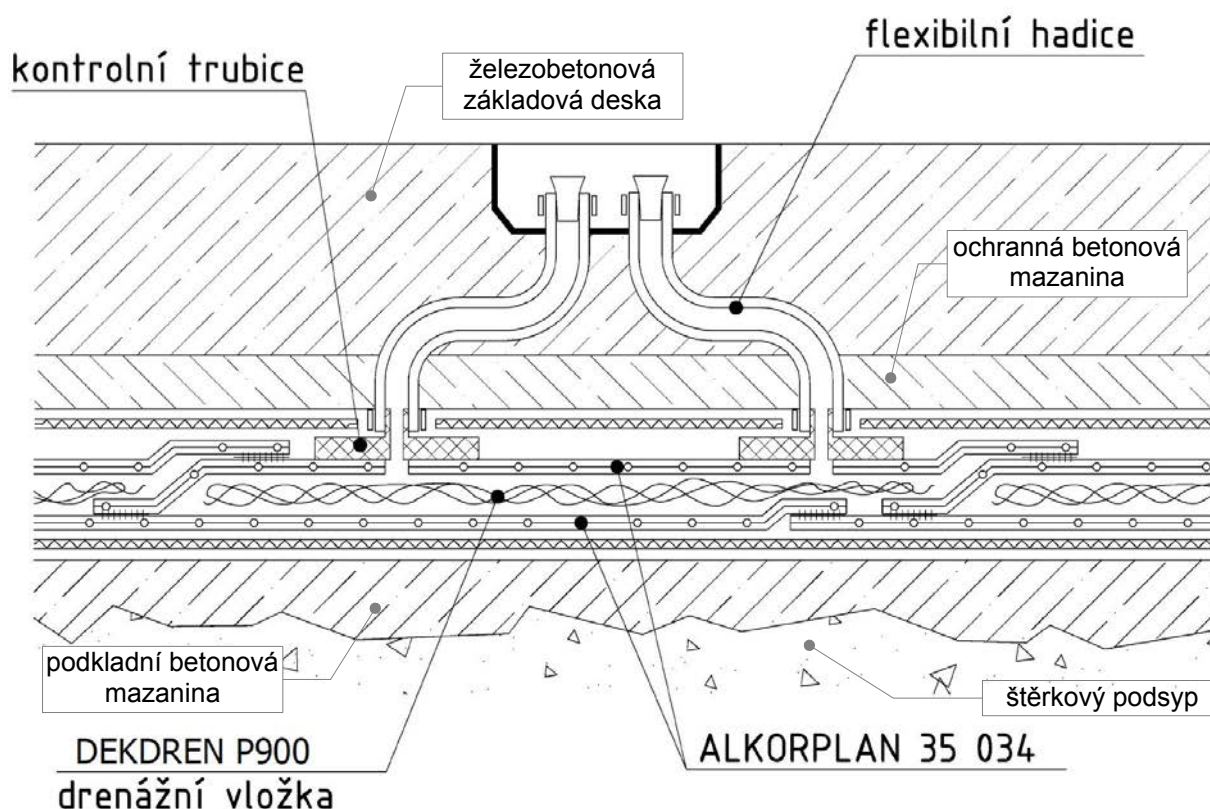
Kontrolní body (trubice) se k povrchu stavební konstrukce vyvádí pomocí flexibilních tlakových hadic vnitřního průměru 15 mm. Hadice musí být vedeny tak, aby nedošlo k jejich zlomení v ohybech (min. poloměr činí 100 mm). Hadice se vedou vždy přímo po povrchu hydroizolační fólie. Hadice se fixují k podkladu fóliovými pásky po 500 mm.

Z vodorovné hydroizolace se hadice z kontrolních bodů sdužují do krabic osazených pokud možno v obvodových stěnách nebo do šachtic osazených v základové desce. Kontrolní trubice ze svislé izolace se sdužují do krabic osazených v obvodových stěnách.

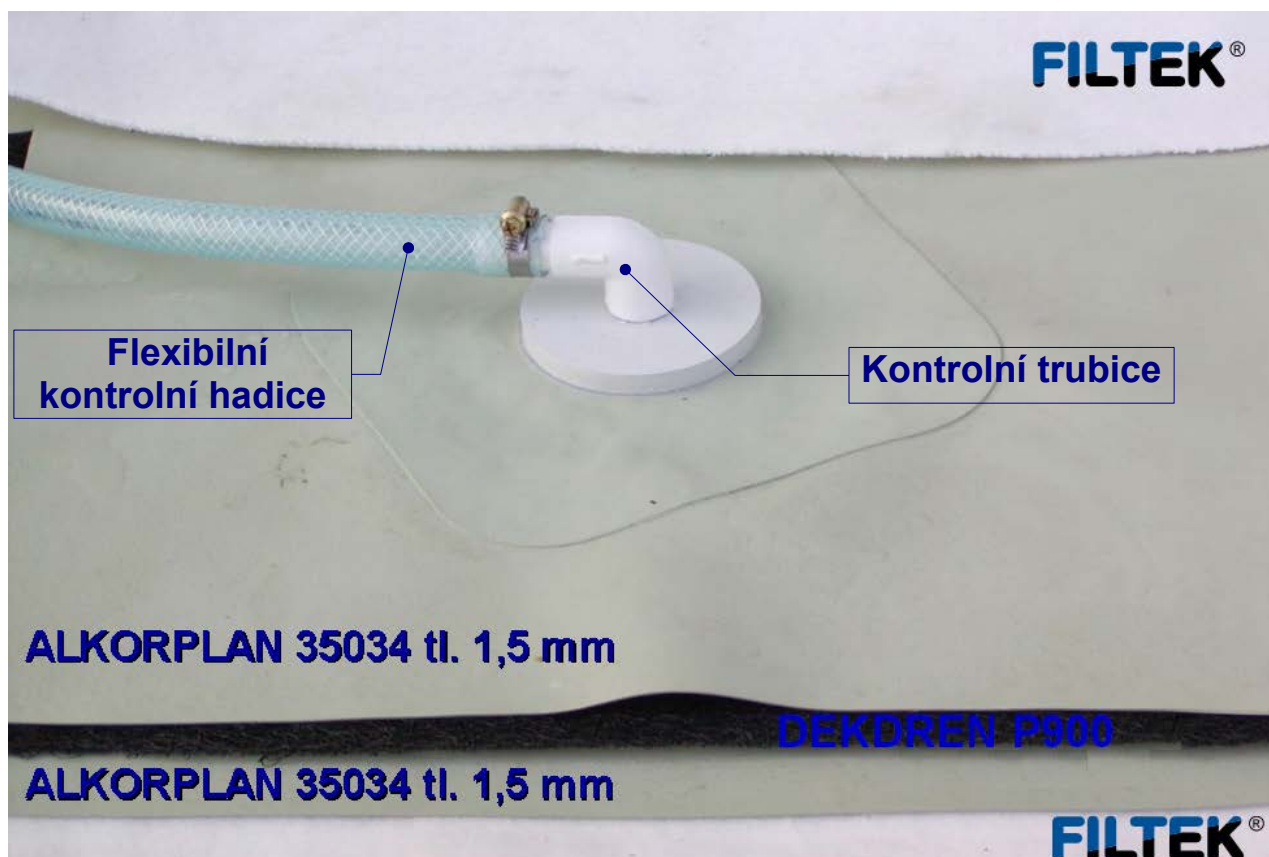
Flexibilní hadice se ukončí zátkou. U zátky se na hadici připevní štítek s vyraženými identifikačními údaji o příslušnosti k danému kontrolnímu bodu (číslo sektoru / číslo kontrolního bodu v sektoru).



Obr. 24 – Detail spoje sektorů



Obr. 25 – Napojení trubic na interiér



Obr. 26 – Dvojitý fóliový systém DUALDEK s možností kontroly a utěsnění

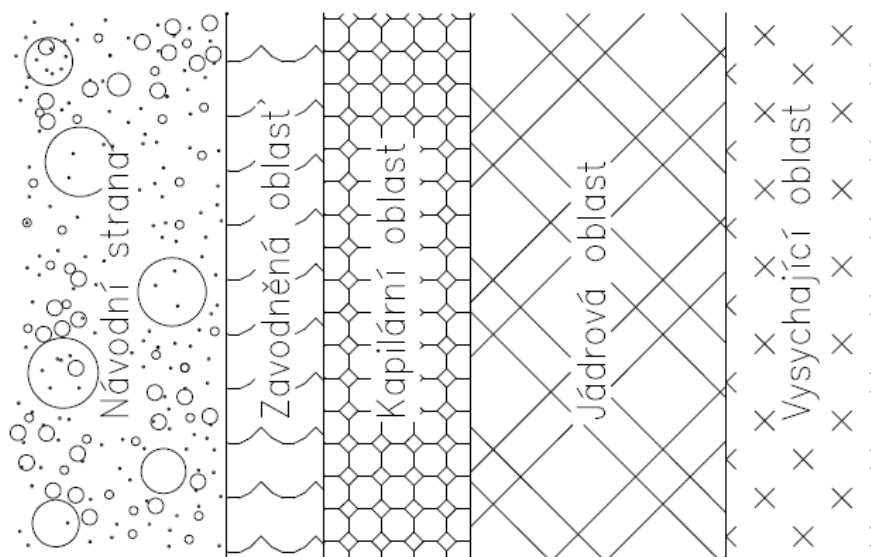
#### 4.4 Vodotěsná betonová konstrukce

Jedná se o hutný beton s požadovanou vodotěsností dle ČSN EN 206-1 vyztužený na mez trhlin s navrženým postupem betonáže a řešením pracovních a dilatačních spár se zamezením vzniku trhlin od smršťování a změn teploty. V případě poruchy je tato konstrukce kdykoliv opravitelná

Vždy probíhá transport určitého množství vlhkosti do tloušťky betonové konstrukce cca 60-70 mm od strany působení vody, přičemž množství pronikající vody je menší než odpařené (viz Obr. 27).

Zajištění vodotěsnosti v místech technologických přestávek:

- spárové pásy;
- plechy;
- injektážní trubičky;
- bentonitové pásy;
- bobtnající plastové pásy.



Obr. 27 – Řez konstrukcí vodotěsné betonové konstrukce s vyznačenými oblastmi pronikání vlhkosti

#### 4.5 Stěrky

Jedná se o nátěrovou, stěrkovou nebo stříkanou hydroizolační hmotu (asfaltová, plastová, epoxidová, polyuretanová, silikátová aj., nebo jejich kombinace). Výrobek je z látek odolných v daných podmínkách vodě, nanášený na izolovanou konstrukci natíráním, stěrkováním nebo nástřikem za studena nebo za horka. Po aplikaci na stavbě vytváří bezešvé povlakové hydroizolace nebo se stává součástí povlakových hydroizolací kombinovaných. Zpravidla se vyztužuje vložkou. Jako vložka může být použita surová lepenka, skleněná tkanina nebo rohož, polyesterová rohož, kovová fólie. Tyto jednotlivé vložky mohou být také kombinovány.

##### Obvyklé nosné vložky

L – surová lepenka

ST – skleněná tkanina (též GG nebo G)

SR – skleněná rohož

PV – polyesterová rohož (též rouno nebo PES)

K – kovová (Cu, Al, Pb)

KO – kombinovaná (spřažená) (ST + PV) (SR + PV)





Obr. 28 – Provádění hydroizolační stěrky



Obr. 29 – Provádění hydroizolační stěrky

#### 4.6 Vodotěsná konstrukce s bentonitem

Bentonit je měkká velmi jemnozrná nehomogenní různě zbarvená hornina složená z podstatné části z jílového minerálu montmorillonitu, která vznikla většinou zvětráváním produktů bazického vulkanismu (hlavně tufů). Montmorillonit je nositelem charakteristických vlastností bentonitu - značná sorpční schopnost, vnitřní bobtnavost ve styku s vodou, vysoká plasticita a vaznost.

Bentonit je na stavbě možné aplikovat ve formě:

- desek (karton + bentonit + karton);
- rohoží (textilie + bentonit + textilie);
- zásypů, past;
- kaučukbentonitových pásek;
- textilie + bentonit + PE folie.



Obr. 30 – Provádění vodotěsné konstrukce s bentonitem

## 4.7 Doplnková ochranná opatření

### 4.7.1 Tepelně izolační

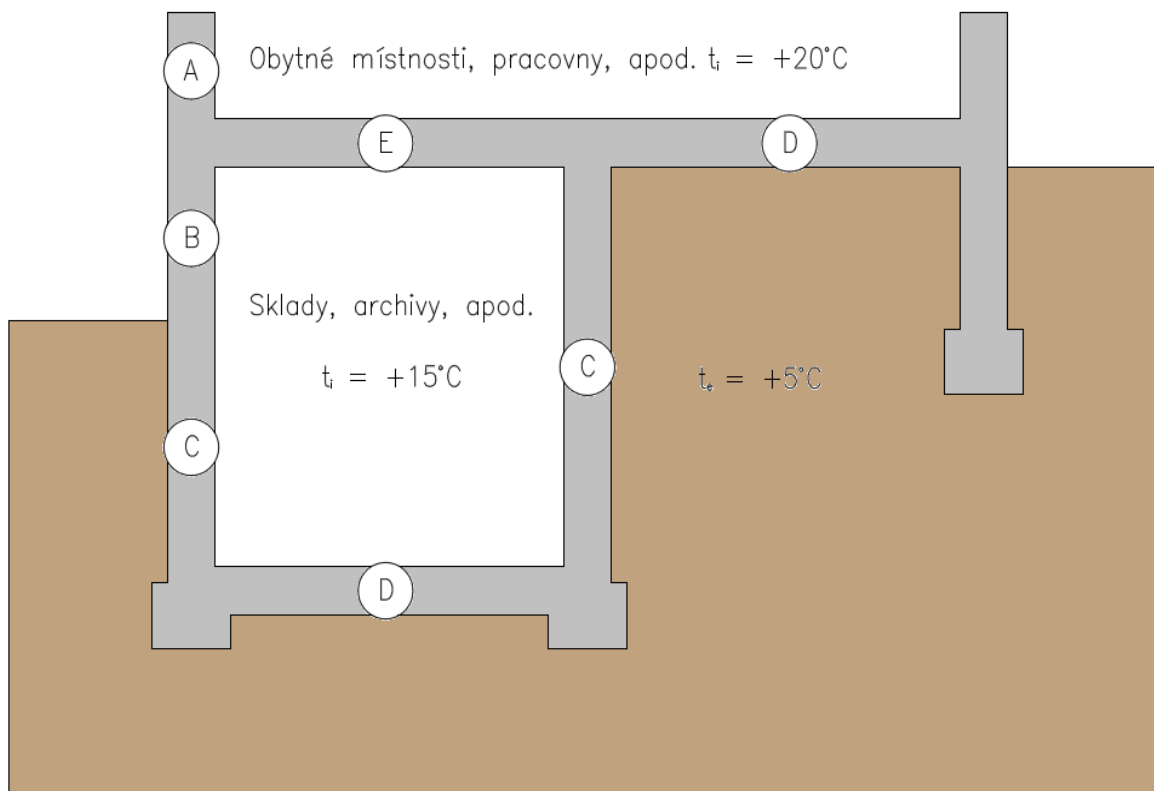
Součinitel prostupu tepla  $U$  se stanoví z tepelného odporu konstrukce nebo jejího charakteristického výseku  $R$  a odporů při přestupu tepla na vnitřní  $R_{si}$  a vnější straně konstrukce  $R_{se}$ :

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + R + R_{si}}, R_{si} = \frac{1}{h_{si}}, R = \frac{d}{\lambda}, R_{se} = \frac{1}{h_{se}}, \lambda = L \cdot d, \text{ kde:}$$

$U$	je	součinitel prostupu tepla ve $W/(m^2.K)$ ;
$R_T$		odpor konstrukce při prostupu tepla v $(m^2.K)/W$ ;
$R_{si}$		odpor konstrukce při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce v $(m^2.K)/W$ ;
$R_{se}$		odpor konstrukce při přestupu tepla na vnější straně konstrukce v $(m^2.K)/W$ ;
$R$		tepelný odpor konstrukce nebo jejího charakteristického výseku v $(m^2.K)/W$ ;
$h_{si}$		součinitel přestupu tepla na vnitřní straně ve $W/(m^2.K)$ ;
$h_{se}$		součinitel přestupu tepla na vnější straně ve $W/(m^2.K)$ ;
$\lambda$		součinitel tepelné vodivosti ve $W/(m.K)$ ;
$L$		tepelný tok ve $W/(m^2.K)$ ;
$d$		tloušťka vrstvy v (m).

Tab. 7 – Požadavky tepelně technické normy ČSN 73 0540-2 pro převažující návrhovou vnitřní teplotu  $\theta_{in} = 20^\circ C$ :

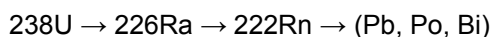
Druh konstrukce	$U_{N,20} [W/(m^2.K)]$		
	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Stěna spodní stavby nad terénem (sokl)	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop vnitřní s rozdílem teplot $5^\circ C$	2,2	1,45	-



Obr. 31 – Znárodnění druhu konstrukce dle tabulky 7 (A – Stěna vnější, B – Stěna spodní stavby nad terémem, C – Stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině, D – Podlaha vytápěného prostoru přilehlá k zemině, E – Strop vnitřní s rozdílem teplot 5°C

#### 4.7.2 Ochrana proti radonu z podloží

Radon je přírodní radioaktivní plyn a vzniká rozpadem rádia v uranové rozpadové řadě:



- bez barvy, chuti, zápachu;
- sám o sobě zcela neškodný plyn;
- zdraví škodlivé (rakovina plic) jsou jeho dceřiné produkty (olovo, polonium, bismut);
- zdrojem jsou především podloží objektu, podzemní voda a stavební materiály.

#### **Postup při návrhu ochrany objektu proti radonu z podloží**

Hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů nebo plastových fólií jsou schopny zároveň působit jako bariéra proti pronikání radonu z podloží do objektů. Při návrhu radonových opatření doporučujeme uplatňovat následující postup:

- 1) posoudit hydrofyzikální expozici,
- 2) navrhnout hydroizolaci, vyřešit konstrukční detaily,
- 3) zvolit materiál, který lze opracovat do kvalitní a trvanlivé hydroizolace včetně prostupů,
- 4) posoudit, zda bude navržená hydroizolace stačit jako ochrana proti radonu, popřípadě doplnit další vrstvu nebo konstrukční opatření.

Dle dlouhodobých zkušeností se ukazuje, že opačný postup (návrh protiradonové izolace, která bude zároveň sloužit jako hydroizolace) často vede k problémům s vlhnutím suterénu. Výběr materiálu pro izolační vrstvu se v takovém případě totiž řídí podle udávané hodnoty jeho součinitele difúze radonu, a ne podle schopnosti materiálu být opracován s dostatečnou hydroizolační bezpečností (zvláště ve spojích a prostupech) nebo při zjištění nízkého radonového indexu pozemku je zvolen nekvalitní hydroizolační materiál.

Tab. 8 – Výpočtové hodnoty součinitele difúze radonu hydroizolačních materiálů

Hydroizolační materiály ze sortimentu DEKTRADE	Součinitel difúze radonu D [ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ]
ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	$1,9 \cdot 10^{-11}$
GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	$1,4 \cdot 10^{-11}$
ALKORPLAN 35 034	$1,8 \cdot 10^{-11}$

**Pomůcka pro rychlý návrh protiradonové izolace z výrobků ELASTEK, GLASTEK a ALKORPLAN**

Tabulky platí pro nepodsklepené objekty s pobytovými prostory na terénu. Tabulky vychází z ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží. Při návrhu tabulek byla uvažována hodnota výměny vzduchu  $0,3 \text{ h}^{-1}$ . Při použití tabulek je třeba respektovat ustanovení ČSN 73 0601 o dalších konstrukčních opatřeních při vysokém radonovém indexu stavby – viz. poznámka, případně je-li pod stavbou vytvořena drenážní vrstva o vysoké propustnosti, nebo je-li součástí kontaktní konstrukce podlahové vytápění.

Pozn.: Pokud hodnota koncentrace radonu při vysokém radonovém indexu stavby přesáhne následující hodnoty, musí být dle ČSN 73 0601 protiradonová izolace kombinována s dalším opatřením. Např. jsou možné kombinace protiradonové izolace s ventilačním systémem podloží, s ventilační vrstvou v kontaktní konstrukci nebo s izolačním podlažím:

*pro zeminy s nízkou propustností .....200 kBq/m<sup>3</sup>,*

*pro zeminy se střední propustností .....140 kBq/m<sup>3</sup>,*

*pro zeminy s vysokou propustností .....60 kBq/m<sup>3</sup>.*

Tab. 9 – ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL – asfaltový SBS modifikovaný pás tl. 4 mm s vložkou z polyesterové rohože a s minerálním posypem

	<b>Radonový index stavby</b>	<b>Počet pásů</b>
<b>Světlá výška 2,5-3,1 m</b> <b>(RD)</b>	Nízký	1 pás
	Střední	1 pás
	Vysoký v rozsahu 100 - 550 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 380 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 160 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1 pás
	Vysoký v rozsahu 600 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s nízkou propustností 390 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy se střední propustností 170 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s vysokou propustností	2 pásy*
<b>Světlá výška 3,1 m a vyšší</b> <b>(administrativní objekt)</b>	Nízký	1 pás
	Střední	1 pás
	Vysoký v rozsahu 100 - 680 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 470 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 200 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1 pás
	Vysoký v rozsahu 690 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s nízkou propustností 480 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy se střední propustností 210 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s vysokou propustností	2 pásy*

Poznámka \*) platí i pro kombinaci pásů GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL + ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL

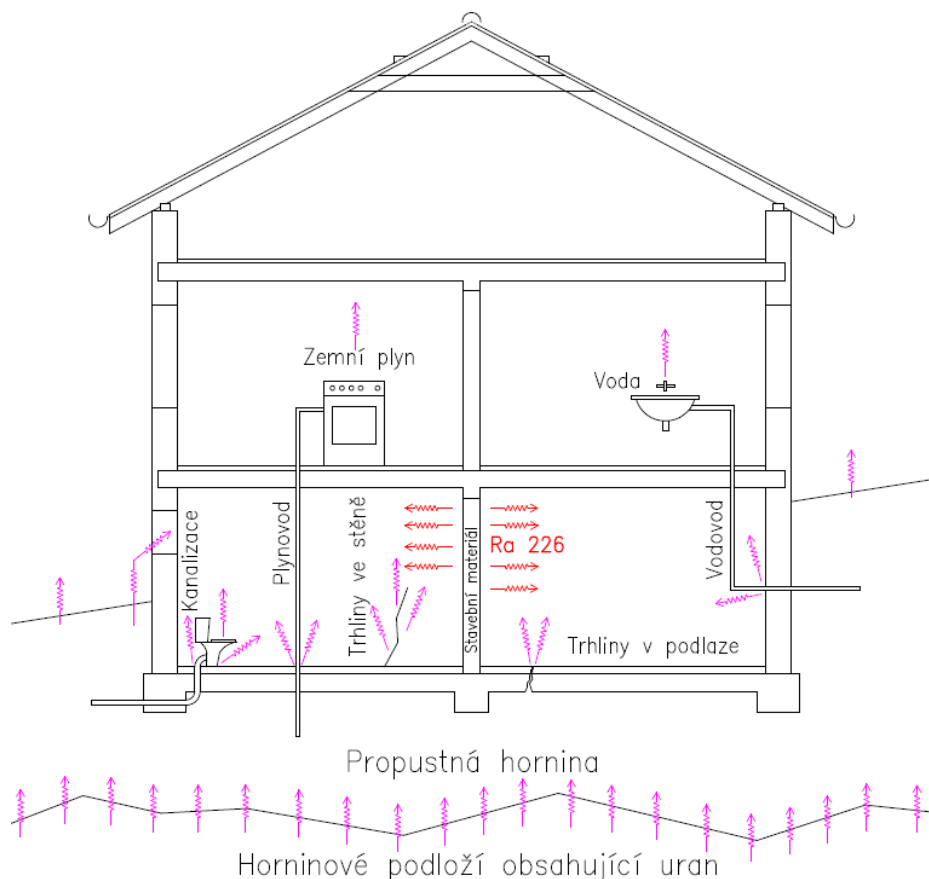
Tab. 10 – GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL – asfaltový SBS modifikovaný pás tl. 4 mm s vložkou z polyesterové rohože a s minerálním posypem

	<b>Radonový index stavby</b>	<b>Počet pásů</b>
<b>Světlá výška 2,5-3,1 m (RD)</b>	Nízký	1 pás
	Střední	1 pás
	Vysoký v rozsahu 100 - 820 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 570 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 240 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1 pás
	Vysoký v rozsahu 830 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s nízkou propustností 580 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy se střední propustností 250 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s vysokou propustností	2 pásy*
<b>Světlá výška 3,1 m a vyšší (administrativní objekt)</b>	Nízký	1 pás
	Střední	1 pás
	Vysoký v rozsahu 100 - 1020 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 710 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 300 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1 pás
	Vysoký v rozsahu 1030 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s nízkou propustností 720 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy se střední propustností 310 kBq/m <sup>3</sup> a vyšší – pro zeminy s vysokou propustností	2 pásy*

Poznámka \*) platí i pro kombinaci pásů GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL + ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL

Tab. 11 – ALKORPLAN 35034 – homogenní fólie z měkčeného PVC

	<b>Radonový index stavby</b>	<b>Tloušťka fólie</b>
<b>Světlá výška 2,5-3,1 m</b> <b>(RD)</b>	Nízký	1,0 mm
	Střední	1,0 mm
	Vysoký v rozsahu 100 - 110 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 75 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností	1,0 mm
	Vysoký v rozsahu 120 - 170 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 80 - 120 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 40 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1,5 mm
	Vysoký v rozsahu 180 - 230 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 130 -160 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 45 - 70 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	2,0 mm
<b>Světlá výška 3,1 m a vyšší</b> <b>(administrativní objekt)</b>	Nízký	1,0 mm
	Střední	1,0 mm
	Vysoký v rozsahu 100 - 130 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 70 - 90 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 30 - 40 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1,0 mm
	Vysoký v rozsahu 140 - 210 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 100 -140 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 45 - 60 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	1,5 mm
	Vysoký v rozsahu 220 - 290 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s nízkou propustností 150 -200 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy se střední propustností 65 - 85 kBq/m <sup>3</sup> – pro zeminy s vysokou propustností	2,0 mm



Obr. 32 – Schéma možného šíření radonu

### 4.7.3 Ochrana proti metanu vystupujícího z podloží

Metan je přírodní plyn bez zápachu a barvy, je hořlavý, ve směsi se vzduchem hrozí riziko výbuchu (výbušná koncentrace metanu ve vzduchu je v rozmezí 5 až 15%). Metan se podílí na vzniku skleníkového efektu. Metan se vyskytuje na zemském povrchu na poddolovaném území, zejména v lokalitách, kde bylo hlubinné dobývání ukončeno. Důlní plyny zde pronikají kvůli propustnosti nadložních vrstev na zemský povrch.

Ochranná opatření proti metanu u novostaveb:

- provedení povlakové hydroizolace proti pronikání metanu;
- osazení vstupního podlaží nad úroveň terénu.

Pro návrh povlakové izolace proti pronikání metanu z podloží platí následující zásady:

1. Pokud bude stavba situována na poddolovaném území, musí být v rámci projektu rovněž řádně navržena její odolnost proti účinkům poddolování v souladu s ČSN 73 0039 Navrhování objektů na poddolovaném území.
2. Izolace proti pronikání metanu je zároveň hydroizolací, případně také izolací proti pronikání radonu.
3. Izolace se navrhne z vhodné polymerní fólie, případně z asfaltového pásu typu S s nenasákovou vložkou. Návrh tloušťky izolace se doloží výpočtem.

Na základě dosavadních měření součinitelů difuze metanu  $D_m$  [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ] je možno konstatovat následující:

- Jako nejvhodnější materiály se jeví fólie na bázi vysokohustotního polyetylenu (PE-HD) a polypropylenu (PP). To proto, že vykazují velmi nízké hodnoty součinitelů difuze metanu.
- Jako nevhodné materiály se jeví asfaltové pásy. To proto, že i nejkvalitnější asfaltové pásy (včetně pásů s kovovými fóliemi) vykazují vysoké hodnoty součinitelů difuze metanu (o několik řádů vyšší než zmíněné fólie s jejich nízkými hodnotami). Tato skutečnost při praktickém navrhování izolace znamená nutnost návrhu jejich značné tloušťky (řádově několik centimetrů, či dokonce decimetrů), což je pro praktické použití nereálné.



Izolační materiál musí splňovat následující požadavky:

a) Musí mít stanoven součinitel difuze metanu  $D_m$  [ $m^2 \cdot s^{-1}$ ], a to jak v ploše, tak také ve spoji. Je nepřípustné, například u fóliových izolačních systémů, nahrazovat svařované spoje pomocí samolepicích pásků, jejichž těsnost může být z hlediska pronikání metanu problematická.

b) Tažnost izolačního materiálu musí být taková, aby izolace byla schopna přenést mezní deformace, které jsou pro určitý typ konstrukce uvedeny v ČSN 73 1001 Zakládání staveb. Pokud bude objekt ovlivněn účinky poddolování, musí být izolace schopna přenést také deformace v důsledku účinků poddolování, pokud je objekt zajištěn konstrukčním systémem poddajným nebo smíšeným podle ČSN 73 0039. V případě zajištění na principu tuhosti zde zpravidla problém nebude.

c) Trvanlivost izolačního materiálu musí odpovídat předpokládané životnosti stavby.

d) Izolační materiál musí splňovat všechny požadavky, které vyplývají z konkrétních podmínek na staveništi (odolnost proti mechanickému namáhání, koroznímu namáhání apod.).

e) Veškeré prostupy izolací proti průniku metanu musí být řešeny pomocí ocelových plášťových trub s navařenými pevnými přírubami, kde se hydroizolační povlak sevře mezi pevnou a volnou přírubou. Prostor mezi plášťovou troubou a prostupujícím potrubím či kabelem se vyplní vhodným plynotěsným těsněním (např. trvale pružným tmelem, pryžovými profily, apod. - viz Obr. 26). Zde je možno uplatnit stejné zásady, které platí pro izolace proti průniku radonu.

4. Pod vodorovnou izolaci se provede podkladní vrstva - podkladní beton o minimální tloušťce 150 mm, která se vyztuží ocelovou svařovanou sítí (min. 5/150 - 150 mm) při horním povrchu. V místech nad základy (pásky, patkami) se provede vyztužení ocelovou svařovanou sítí také při dolním povrchu.

5. Podkladní beton se výškově umístí nad úroveň horního líce základové konstrukce (pásů, patek, roštů).

6. Na poddolovaném území se doporučuje podkladní beton vyztužit ocelovou svařovanou sítí při horním i dolním povrchu v celém rozsahu, čímž dojde k vytvoření souvislé železobetonové ztužující desky (tzv. membránové desky).

Smyková napětí v základové spáře a pod podkladním betonem je možno částečně snížit také položením vhodné separační vrstvy (např. geotextilie) pod vrstvu podkladního betonu, tedy přímo na terén, nebo na štěrkopískový polštář.

8. V místech mimo základy se podkladní beton provádí buďto:

a) přímo na rostlý terén - u propustného podloží z hlediska podzemní vody;

b) na štěrkopískový polštář - v případě nepropustného podloží z hlediska podzemní vody.

Tloušťka štěrkopískové vrstvy - min. 200 mm.

Rovinnost a vlhkost podkladu musí respektovat druh použitého izolačního materiálu. Tyto jsou zpravidla předepsány příslušnými výrobci.

9. Pro ochranu izolace, její provádění a přejímku platí obecně zásady jako v případě hydroizolací.

Při aplikaci povlakové izolace je vhodné provést i následující doplňková opatření:

1) pokud je to možné, omezit kontakt stavby s podložím na minimum (např. zrušit podsklepení objektu);

2) na záspy kolem objektů použít materiály s vysokou plynopropustností, tzn. zeminou štěrkovitou nebo písčitou. Nepoužívat kolem staveb ve větších plochách terénní úpravy z materiálů, které mají nízkou plynopropustnost (např. asfalt, beton apod.).

## 4.8 Zkoušení, kontroly

Kontrola spojů a plochy povlakové hydroizolace se provádí na vodorovných částech hydroizolace po provedení ochranných vrstev a na svislých částech hydroizolace po provedení výztuže nosných obvodových konstrukcí.

### 4.8.1 Orientační kontrola

#### **Prohlídka spojů vizuálně**

Prohlídka se provádí po celé délce spojů, přičemž se posuzuje:

- tvar a jednotnost průběhu svaru;
- způsob zaválečkování spoje;
- souosost a rovinnost hrany přesahu s okolním povrchem fólie v místě svaru;
- vruby a rýhy ve svařeném spoji.

*Poznámka: Vruby a povrchové rýhy jsou přípustné pouze do hloubky 10 % tloušťky fólie, a to v omezeném rozsahu. Mají-li větší rozsah, musí se opravit přeplátováním přidavným kusem fólie.*

#### **Prohlídka plochy vizuálně**

Pro snadnější vizuální kontrolu celistvosti plochy fóliové hydroizolace je výhodné využít hydroizolační fólii, která se skládá ze dvou různě barevných vrstev. V případě, že na vnějším povrchu fólie prosvítá barva fólie z vnitřního povrchu, je nutno místo opravit.

### 4.8.2 Zkouška jehlou

Zkouška jehlou spočívá v tažení kovového hrotu po spoji fóliové hydroizolace. Zkouškou je možno mechanicky ověřit spojitost a mechanickou pevnost provedeného spoje.

### 4.8.3 Kvalita spojů a detailů asfaltových pásů

Špachtlí nebo jiným srovnatelným nástrojem se provede kontrola svaření spojů a detailů asfaltových pásů a to tažením nástroje po spoji s mírným tlakem proti spoji. Tuto zkoušku je možné provádět pouze při teplotě asfaltového pásu v rozmezí 10°C až 20°C.

### 4.8.4 Jiskrová zkouška

Jiskrová zkouška spočívá v tažení elektrody s napětím mezi 30 kV až 40 kV rychlostí asi 10 m/min těsně nad povlakem (možnost zkoušet). V místě poruchy přeskakují mezi elektrodou a podkladem (zemí) jiskry, které jsou indikovány opticky a akusticky. Průkaznost zkoušky závisí na kvalitě uzemnění podkladu pod hydroizolací. Tuto zkoušku nelze uplatnit v případě, že vrstva pod hydroizolací je suchá a tudíž má nízkou vodivost. Zkouška je použitelná především pro namátkovou kontrolu vybraných míst v ploše.



Obr. 33 – Jiskrová zkouška



Obr. 34 – Jehlová zkouška

#### 4.8.5 Podtlaková zkouška zvonu

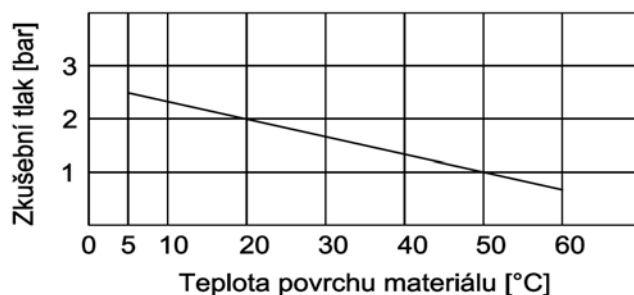
Zkouška těsnosti spojů i plochy fóliové hydroizolace se provádí přikládáním průhledného zvonu na zkoušenou oblast hydroizolace. Zvon je připojen hadicí k vakuovému čerpadlu s manometrem. Během zkoušky se vytvoří uvnitř zvonu podtlak cca 0,02 MPa. Dosažený podtlak by měl být konstantní po dobu 10 s.

Pro indikaci případných netěsností se na povrch hydroizolace nanáší indikační kapalina (obvykle roztok saponátu ve vodě). V místě případných netěsností vzniknou v indikační kapalině vzduchové bubliny.

Pokud se žádné bubliny při zkoušce netvoří a dosažený podtlak ve zvonu je po dobu 10 s konstantní, je zkoušená oblast považována za těsnou.

#### 4.8.6 Tlaková zkouška těsnosti spojů fóliové hydroizolace

Spoje musí být dvojité nebo přeplátované. Zkouška je vhodná pro povlaky z hydroizolačních fólií. Zkouška přetlakem se smí provádět nejdříve 1 hodinu po provedení vlastního svaru. Oba konce zkoušeného úseku spoje se uzavřou vhodným způsobem (svar, stavěcí kleště a pod.). Zařízením s jehlou a manometrem se zkušebního kanálek nafoukne vzduchem. Zkušební tlak by měl být přizpůsoben teplotě fólie a okolí a typu materiálu svařované fólie.



Obr. 35 – Závislost zkušební tlaku na teplotě povrchu materiálu

Po nafouknutí kanálku následuje zhruba pětiminutová přestávka (je nutná pro dotvarování spoje a vyrovnání teploty zkušební vzduchu s okolím). Pak se po zkušební době, která je stanovena na 10 minut, sleduje stálost zkušební tlaku. Výsledky zkoušky se posuzují jako kladné, pokud pokles zkušební tlaku není větší než 10 %. Potom se konec spoje vzdálenější od zkušebního zařízení otevře a zjistí se, zda zkušební tlak klesne na nulu. Tím se ověří, že je spoj průchodný. Je třeba se vyhnout zkoušení fólií tlakem vzduchu s teplotou vyšší než +60 °C.



Obr. 36 – Tlaková zkouška těsnosti spojů



Obr. 37 – Podtlaková zkouška těsnosti spojů zvonem

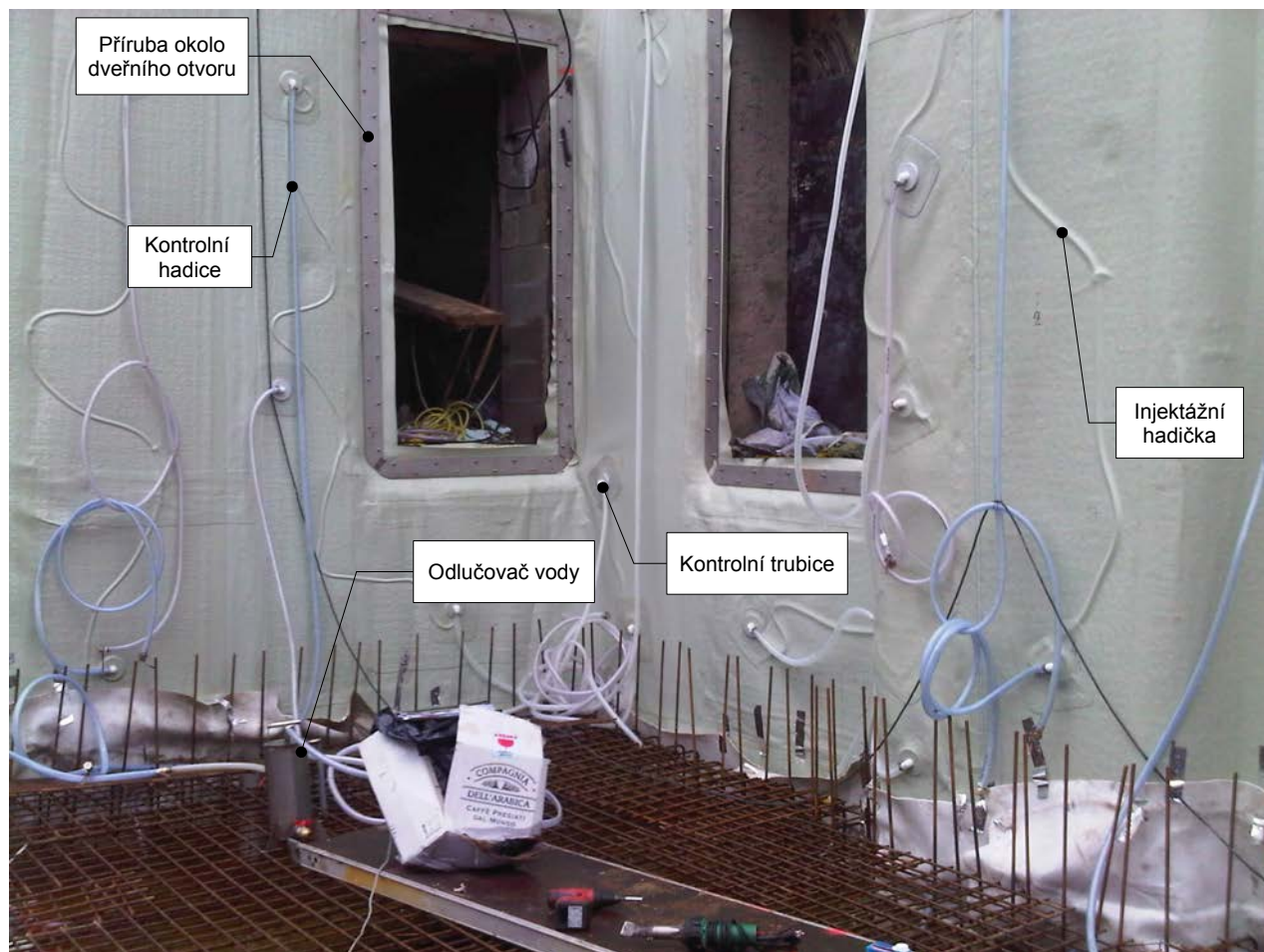
#### 4.8.7 Podtlakové zkoušky těsnosti spojů a plochy

Zkouška je vhodná pro hydroizolační konstrukce ze dvou hydroizolačních povlaků, obvykle fólií z PVC-P propojených do sektorů (dvojitý hydroizolační systém DUALDEK). Zkouška se provádí pomocí vývěvy a měřicí soupravy opatřené uzavíracím ventilem a manometrem s dělením max. 0,01 bar.

Podtlaková kontrola se smí provádět nejdříve 1 hodinu po provedení spojů horkovzdušným svařováním. Zkoušený sektor se vysává na hodnotu 20% atmosférického tlaku a nižší. Během vysávání se uzavíráním ventilu postupně kontroluje změna tlaku. Po ustálení podtlaku se ventil uzavře a přístroj vypne. Zkoušený sektor je možno prohlásit za těsný pokud po uplynutí 10 minut od uzavření ventilu dojde k ustálení podtlaku a celkový nárůst tlaku v sektoru není po uplynutí 10 minut větší než 20% dosaženého podtlaku.

Před vlastním zkoušením sektoru se doporučuje provést orientační kontrolu provedení hydroizolační konstrukce. Těsnost sektoru se vakuově ověří nejprve s jednou kontrolní trubicí a poté včetně všech trubic a rozvodných hadic. Vakuovou zkouškou lze rovněž na již dokončené a předané hydroizolaci lokalizovat plochu (sektor), ve které se nachází netěsnost způsobená další výstavbou.

K porušení hydroizolačního povlaku nejčastěji dochází při provádění výztuže a betonování, při realizaci dodatečných konstrukcí a nebo v důsledku neočekávaného sedání objektu. V případě poruchy pouze jedné vrstvy hydroizolačního povlaku vytéká z trubice příslušející k porušenému sektoru voda. Došlo-li k porušení obou vrstev povlakové izolace v systému, vytéká voda také kolem kontrolních trubic, dalšími prostupy, případně pracovními spárami. V prvním případě je možné po vyhodnocení situace přistoupit pouze k uzavření kontrolní trubice. V druhém případě je třeba porušený sektor utěsnit. Vadný sektor je možno těsnit vyplněním prostoru mezi fóliemi těsnícím roztokem.



Obr. 38 – Podtlaková zkouška těsnosti stěnových sektorů systému DUALDEK

### 4.8.8 Zátopová zkouška

Zátopovou zkoušku lze za určitých podmínek použít pro ověření těsnosti celé hydroizolační konstrukce (spoje, plocha, detaily). Kontrola těsnosti zátopovou zkouškou spočívá v zaplavení hydroizolace vodou a kontrole, zda nedochází k pronikání vody do chráněného prostoru nebo pojistně-hydroizolačního systému.

Vodorovné a sklonité plochy se obdobně jako střechy zkouší tak, že se ohraní zkoušená plocha a příslušná sekce se zaplaví obarvenou vodou. Výška vrstvy vody závisí na předpokládaném hydrofyzikálním namáhání zkoušené hydroizolace a únosnosti nosných konstrukcí.

Výška vrstvy vody by měla odpovídat návrhovému tlaku vody na hydroizolaci.

Zátopové zkoušky představují poměrně komplikovaný proces kontroly těsnosti hydroizolace. Vzhledem k rizikům, která hrozí v průběhu jejich provádění, doporučujeme tento způsob kontroly používat jen v nutných případech.

Rizikem při provádění zátopových zkoušek je především přetížení nosných konstrukcí nebo „vyplavání“ objektu.

## 5 Snižování hydrofyzikálního namáhání spodní stavby nad hladinou podzemní vody

### 5.1 Terminologie

**Drenáž:** část stavby umožňující odvedení vody prosakující okolo základových a suterénních konstrukcí mimo stavbu. Snižuje hydrofyzikální namáhání.

**Recipient:** vodní útvar, do kterého se vyústí vody nebo odpadní vody (např. potok, řeka).

**Drén:** část drenážního systému, která gravitačně odvodňuje přilehlé prostředí a vodu odvádí k recipientu (soustava drenážní rýhy, podkladní betonové mazaniny se žlábkem, drenážního flexibilního perforovaného potrubí, drenážního filtru a filtrační textilie).

**Drenážní filtr:** propustný pórovitý materiál (např. prané říční kamenivo frakce 16/32 bez prachové složky nebo netkaná filtrační textilie FILTEK 300), který zcela nebo částečně obklopuje drenážní potrubí uložené na dně drenážní rýhy. Jeho účelem je omezit vyplavování jemných částic zeminy z bezprostředního okolí, chránit drenážní potrubí před zanášením sloučeninami železa a dále snižuje vstupní odpor do trubkového drénu a tím zvyšuje jeho hydraulickou účinnost. Drenážní filtry se dělí na objemové a obalové. Objemové filtry lze charakterizovat jejich objemem v drenážní rýze. Obalové filtry tvoří souvislý obal potrubí.

**Drenážní šachtice:** drenážní objekt umožňující soutok několika svodných drénů, kontrolu funkce drenáže, překonání výškových terénních rozdílů, údržbu drenážního systému a zpravidla i sedimentaci vyplavených částic.

**Obvodová drenáž:** souhrnné označení pro kombinaci odvodňovacích opatření podél suterénních stěn a liniových základových konstrukcí, zpravidla sestávající ze svislé drenážní vrstvy, separační vrstvy, zásypu stavební jámy, drénu včetně drenážních šachtic, hydroizolace a drenážní vyústě.

### 5.2 Drenáž jako prostředek pro úpravu hydrofyzikálního namáhání

Pro potřeby této publikace drenáž chápeme jako konstrukční opatření, které zajistí trvale funkční odvodnění horninového prostředí přilehlého k chráněným podzemním stavebním konstrukcím tak, že voda volně stéká po svislých nebo sklonitých plochách, aniž by se hromadila a namáhala konstrukce tlakem.

Drenáž se uplatní především v případech, kdy je objekt zasazen do nepropustného horninového prostředí. V takových případech může docházet v zásypu stavební jámy k hromadění vody, která tlakem působí na stavební konstrukce. Takové podmínky se vyskytují na velkém množství stavenišť v České republice.

Také v propustných zeminách nad hladinou podzemní vody se mohou vyskytnout nepropustné vrstvy buď přírodního původu nebo pocházející ze stavební činnosti, na kterých se může lokálně hromadit voda. I v těchto případech se uplatní některé drenážní konstrukce.

Naopak v podmínkách podzemní vody v propustných zeminách (oblast hydrofyzikálního namáhání E) se drenáž neuvádí. Drenáž by byla neekonomickým řešením s řadou technických rizik, zejména co se týká:

- množství vody odváděné do recipientu,
- trvanlivosti drenáže vzhledem k riziku transportu jemných částic do drenáže a jejímu zanášení,
- ovlivnění horninového prostředí a nosných konstrukcí objektu odplavováním částic zeminy,
- změně režimu podzemní vody pro okolní pozemky a lokality atd.

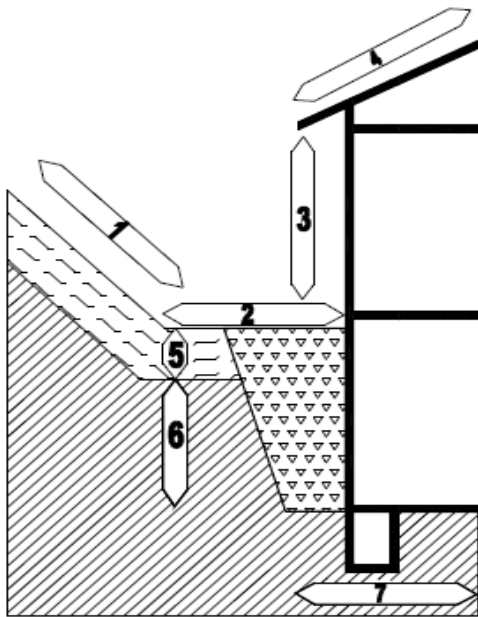
Pokud je drenáž navržena a provedena tak, aby se dala udržet funkční po celou dobu existence objektu, lze dimenzovat hydroizolační ochranu té části objektu, kde se projeví účinky drenáže na hydrofyzikální namáhání zemní vlhkostí nebo vodou stékající volně po svislých nebo sklonitých plochách. Výhodnější je však navrhnout hydroizolaci proti tlakové vodě a zajistit tak vysoce spolehlivou hydroizolační ochranu objektu. Investor bude mít jistotu, že jeho objekt je chráněn i před případným krátkodobým zahlcením drenáže například při čištění zanesených částí drenáže.

Drenáž se navrhuje u novostaveb i stávajících staveb jako součást hydroizolační ochrany. Dalším případem bývá využití drenáží pro sanování podzemních částí objektů, kde je porušený nebo dožilý hydroizolační systém, nebo v případech, kdy bylo podceněno hydrofyzikální namáhání anebo došlo v průběhu životnosti objektu ke změně hydrofyzikálního namáhání.

**Upozornění: Drenáž může pozitivně i negativně ovlivnit šíření radonu z podloží.**

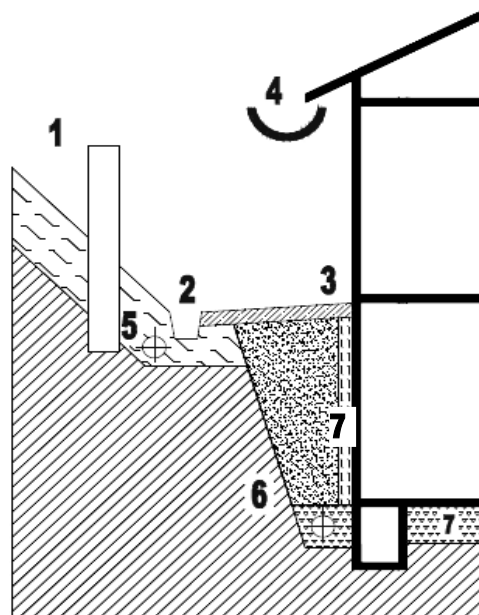
### 5.3 Odvodnění terénu u objektu

Opatření vedoucí k úpravě hydrofyzikálního namáhání se doporučuje řešit v co nejširších souvislostech s cílem minimalizovat přítoky prosakující vody k podzemním konstrukcím.



Obr. 39 – Zdroje vody zvyšující hydrofyzikální namáhání

- 1 – povrchová voda přitékající z okolních pozemků, strání, svahů a komunikací,
- 2 – srážky dopadnuté do bezprostředního okolí objektu,
- 3 – srážková voda zachycená a stékající po stěnách předmětného objektu,
- 4 – srážková voda ze střechy objektu, v případě skupiny objektů je třeba počítat s vodou ze všech objektů,
- 5 – voda přitékající k objektu těsně pod povrchem terénu půdním prostředím,
- 6 – podpovrchová voda pronikající stěnami výkopové jámy, 7 – podpovrchová voda pronikající do jámy základovou spárou



Obr. 40 – Opatření pro zachycení vody

- 1 - zachycení přitékající vody pomocí zídky,
- 2 - odvedení přitékající vody mělkým žlábkem,
- 3 - okapový chodníček ve spádu od objektu,
- 4 - zachycení vody ze střechy pomocí podokapního žlabu,
- 5 - odvodnění podpovrchové vrstvy pomocí mělké drenáže,
- 6 - odvodnění podpovrchové vody pomocí obvodové liniové drenáže, odvodnění základové spáry pomocí hutněného štěrkového polštáře,
- 7 – plošná vertikální drenáž

Vodu z oblastí 1,2,3,4,5 je snaha zachytit již na povrchu terénu nebo těsně pod ním a řízeně odvést mimo prostor stavby. Proti šíření vody z oblasti 1 k objektu se realizují povrchové sběrné žlaby, drenážní tělesa, rýhy nebo terénní valy a stěny. Povrchovou vodu z těsné blízkosti objektu (oblast 2) a vodu zachycenou fasádou objektu (oblast 3) a svedenou na povrch terénu u objektu je třeba zachytit vhodnou nepropustnou úpravou povrchu terénu a odvést spádováním povrchu směrem od objektu a odvodněním.

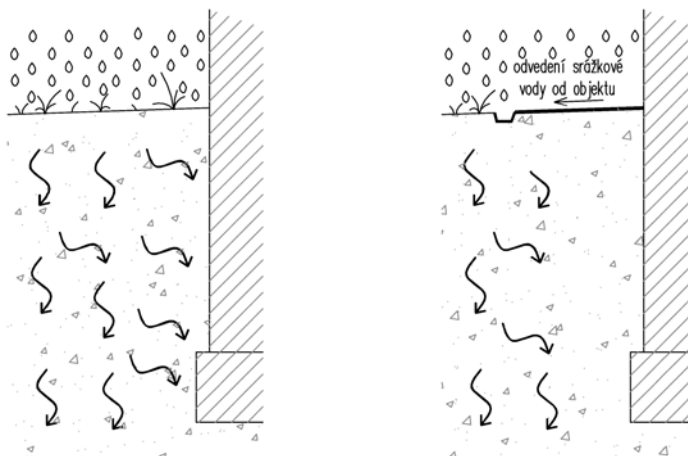
Voda ze střechy objektu (oblast 4) se zachytí a odvede běžným způsobem, tj. např. žlaby a svody. Svody musejí být zaústěny do kanalizace. Nepřípustné je zaústění a odvodnění žlabů k základovým konstrukcím objektu nebo do drenáže, a to i po dobu výstavby objektu.

Voda šířící se vrstvami mělce pod terénem (oblast 5) se zachytí první úrovní drenáže. Vodu, kterou se nepodaří zachytit na povrchu a vodu, která se šíří zeminou (oblast 6 a 7) pak musí zachytit obvodová drenáž.

Pro odvodnění vodorovných základových konstrukcí (oblast 7) se navrhuje plošná drenáž. Odvedení vody z plošné drenáže se může realizovat napojením na drén v obvodové drenáži, kdy kapacita drénu musí být dostatečná pro odvedení vody od suterénních stěn i vodorovných základových konstrukcí, nebo samostatnými drény vedenými k recipientu. K použití plošné drenáže se musí vyjádřit statik, v určitých

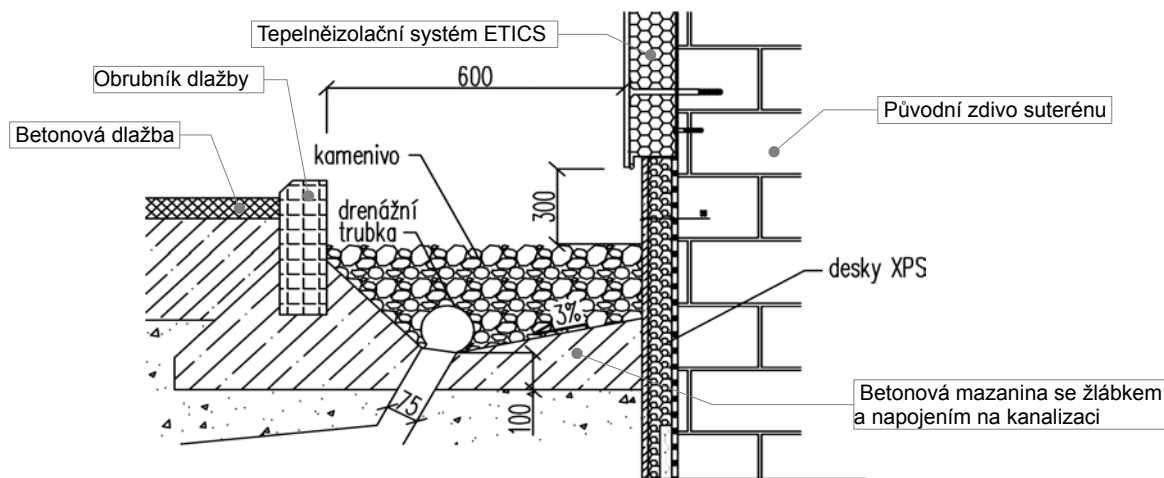
geologických podmínkách staveniště není možné. Plošná drenáž také může zvýšit nároky na dimenzování ochrany proti pronikání radonu z podloží.

Těsnost povrchové úpravy terénu u stěny objektu (obvykle okapového chodníku) závisí na šířce a úpravě případných spár. Pro povrchové úpravy s velkým podílem spár je vhodné volit větší spád od objektu. Vodu z povrchových úprav není vhodné vypouštět přímo na navazující terén, v tomto případě hrozí vsakování vody do méně konsolidovaných (zhuťněných) zásypů stavební jámy. Ukončení provádíme například vhodně řešeným odvodňovacím žlábkem.



Obr. 41 – Pohyb vody zeminou v závislosti na povrchové úpravě terénu soklu

Nevyžadujeme-li pochůznou úpravu bezprostředně po obvodu objektu, nabízí se např. provedení vnitřně odvodněného štěrkového zásypu.



Obr. 42 – Úprava terénu u soklu s odvodněným štěrkovým násypem

## 5.4 Obvodová drenáž

### 5.4.1 Definice a popis funkce

Obvodová drenáž musí zajistit rychlé odvedení vody ze spáry mezi objektem a přiléhajícím prostředím dříve, než začne voda působit na stavební konstrukci tlakem.

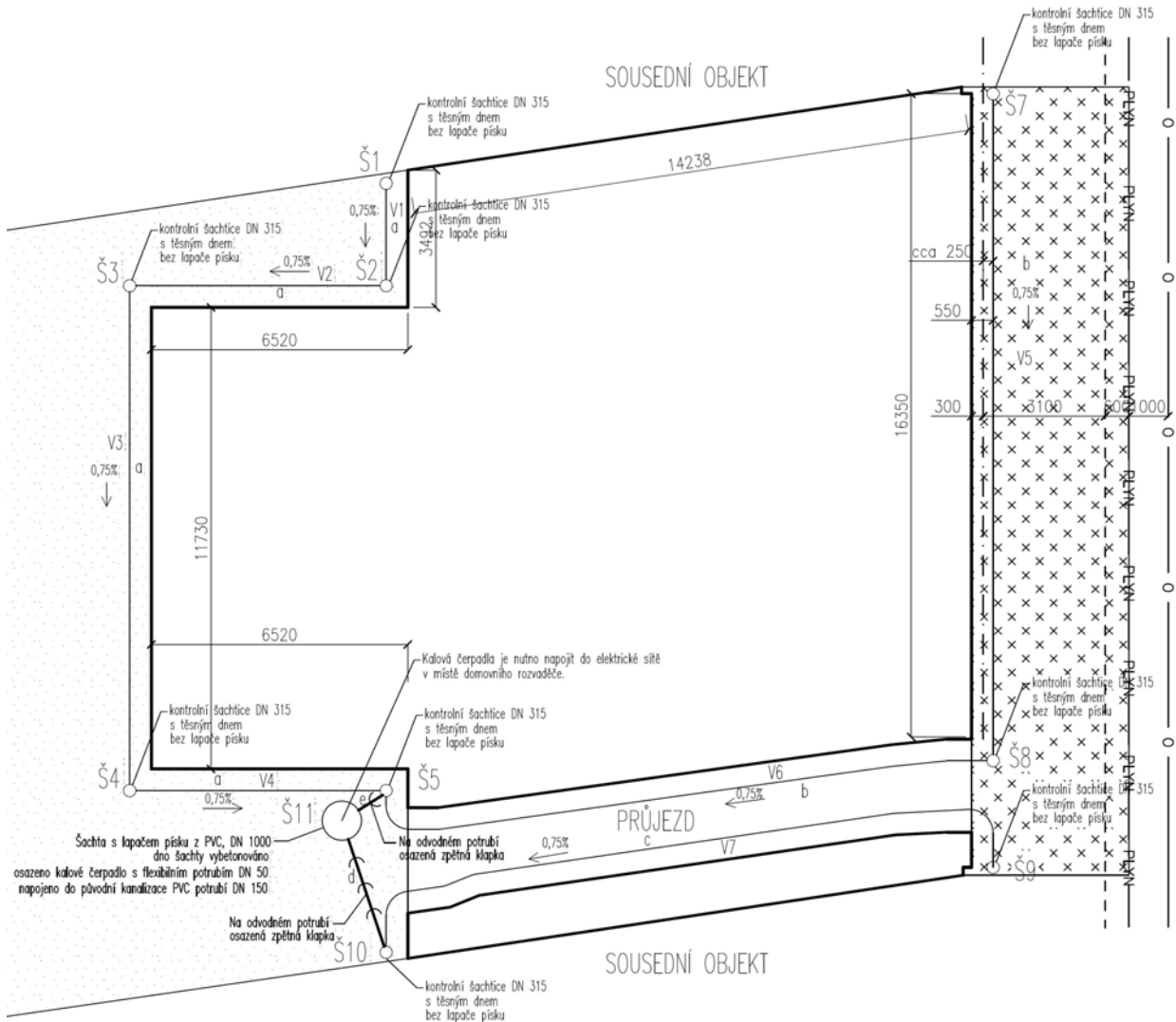
Z tohoto důvodu se podél suterénních stěn provede svislá drenážní vrstva, která vodu přitékající k objektu svede k patě stěny. Zde se provede obvodový drén ve spádu, který má za úkol odvést vodu z obvodu stavby k recipientu, aniž by se v něm kdekoli vytvořil nežádoucí tlak vody na stavební konstrukci. Obvodový drén se skládá z násypu kameniva a drenážní trubky, která slouží pro možnost proplachování drénu. Drenážní prvky systému se od zeminy oddělují separační vrstvou.



## 5 Snižování hydrofyzikálního namáhání spodní stavby nad hladinou podzemní vody

Svislá drenážní vrstva může být vytvořena např. profilovanou plastovou fólií (tzv. nopová fólie např. DEKDREN), násypem propustného kameniva, drenážním betonem, perforovanými deskami tepelné izolace apod. Separáční vrstva se zpravidla provádí z textilie.

Pro správný návrh drenáže je potřeba znát množství vody z oblastí 1-7 (obrázek 39). Na základě těchto vstupních údajů se navrhnu jednotlivé prvky drenáže s odpovídající kapacitou pro odvod vody.

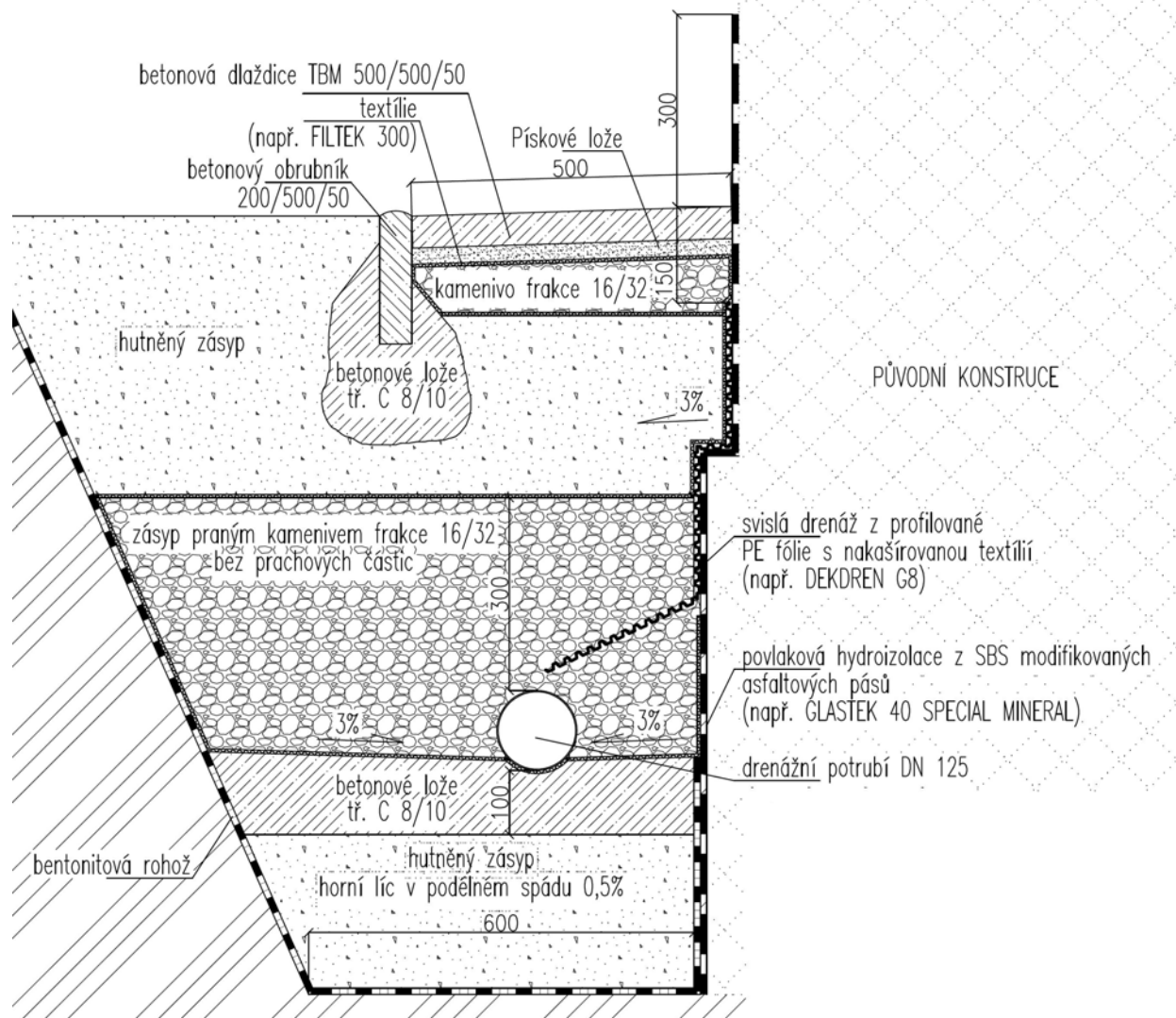


Obr. 43 – Vzorový půdorys liniové obvodové drenáže

### 5.4.2 Obecné zásady pro návrh a provedení obvodové drenáže

1. Návrh drenáže musí vždy vycházet z podrobného průzkumu lokality, znalosti přítoků vody v jednotlivých oblastech a hydraulických výpočtů.
2. Maximální možná výška hladiny vody v drénu je 0,2 m nad dnem trubky. Z toho vyplývá poloha vodorovné hydroizolace, která musí být vždy alespoň 0,2 m nad úrovní dna drenážní trubky. V opačném případě musí být navržena do odpovídající výšky tlaková hydroizolace.
3. Minimální průměr drenážního potrubí je DN 100.
4. Drenáž musí být propustná pro vodu a odolná proti zanášení částicemi zeminy.
5. Maximální dovolená rychlost vody v drenážním potrubí je 0,25 m/s.

6. Maximální vzdálenost mezi čistícími šachtami je 50 m, pokud není stanoveno jinak (např. v případech nestandardního spádu potrubí, vysoké rychlosti vody proudící v potrubí apod.).
7. Převedení vody z drenážních vrstev do drénu musí být provedeno beztlakově. Vhodné je řešení například předávací vrstvou z minerálního kameniva v tloušťce alespoň 0,3 m.
8. Drén se vede podél venkovní hrany stavebních konstrukcí.
9. Půdorys drénu kopíruje půdorys objektu.
10. Obvodová drenáž musí obejít všechny vodou zasažené stěny. Při nepravidelném tvaru základů je přípustný větší odstup od hrany základu.
11. V žádném případě nesmí být horní hrana potrubí nad úroveň vodorovné hydroizolace.
12. Drenážní rýha nesmí být provedena v oblasti zeminy, kde dochází k přenosu zatížení od objektu. Ve výjimečných případech to může znamenat vedení drénu ve větší vzdálenosti od základové konstrukce.
13. V místech změny směru vedení drénu musí být osazena kontrolní šachta o průměru nejméně 300 mm.
14. Předávací šachta musí mít průměr alespoň 1000 mm a musí být průlezná.
15. Při použití textilií musí být jejich přesahy alespoň 100 mm. Při menších přesazích se doporučuje textilie ve vzájemných přesazích svařit.
16. Sběrná potrubí v obvodové drenáži musí mít podélný sklon alespoň 0,5 % směrem k recipientu.
17. V případě, že není zajištěno čištění drénu, musí být jeho minimální spád 1%.
18. Spád drénu by měl co nejvíce respektovat spád terénu.
19. Drén musí být uložen vždy na stabilní podklad s provedeným spádem.
20. První vrstva zásypu na potrubí musí být prováděna ručně, aby nedošlo k poškození potrubí.
21. Hydroizolace suterénních stěn se vytahuje do výšky alespoň 300 mm nad úroveň upraveného terénu.
22. V případě, že je z předávací jímky voda přečerpávána do recipientu, je nezbytné osadit v ní plovákový spínač, který sepne čerpadlo a vodu začne vyčerpávat tehdy, kdy je hladina vody v jímce 30 cm pod nejnižším bodem nejnižšího drenážního souřadu napojeného do jímky. Doporučuje se osadit 2 čerpadla (hlavní a záložní) a jejich provozuschopnost pravidelně kontrolovat.



Obr. 44 – Vzorový příčný řez obvodovou drenáží

### 5.4.3 Prvky obvodové drenáže

#### **Povrchové odvodnění**

V okolí objektu je provedeno řízené odvodnění přilehlých ploch, které jsou vyspádovány směrem od objektu. Podél obvodových stěn je provedena betonová úprava (např. betonová dlažba) se spádem od objektu. Voda je odváděna povrchově k recipientu.

#### **Hutněný nepropustný zásyp**

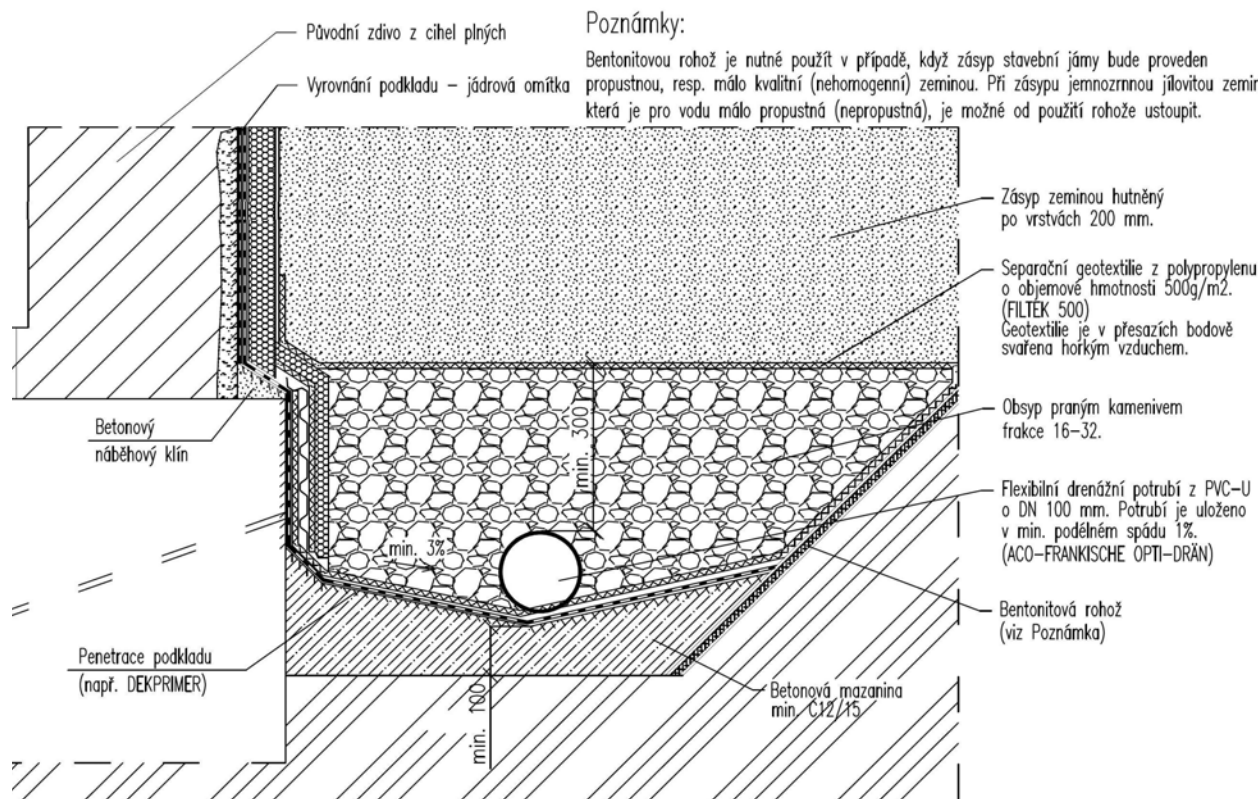
Zásyp stavební jámy má mít co největší nepropustnost pro vodu, aby bylo omezeno množství vsakující se vody, popř. přitékající do spáry mezi objektem a přilehlým prostředím. Výjimku tvoří mělké propustné vrstvy pod betonovými deskami, které je chrání proti poškození mrazem. Tyto vrstvy je třeba odvodnit do recipientu.

#### **Separáční vrstva**

Separáční vrstva je provedena z netkané textilie z polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 300 g/m<sup>2</sup> (např. FILTEK 300). V přesazích o šířce 10 cm je textilie bodově svařena. Separáční vrstva je umístěna do kontaktu zemního tělesa se svislou drenážní vrstvou a zásypem kameniva kolem drenážního potrubí. Separáční vrstva končí 150 mm pod úroveň terénu společně s drenážní vrstvou. Funkce separáční vrstvy spočívá v omezení transportu jemných částeczek zeminy do drénu a do svislé drenážní vrstvy. I v případě, že dojde k zanesení textilie, je zajištěna ochrana objektu proti vodě.

Největší množství zeminy se do drenáže dostane v průběhu jejího provádění. Je třeba dbát na čistotu zabudovaných prvků, zamezit vydrolování zeminy do nezakrytých štěrkových násypů a zajistit spojitost ochranných textilií.

Pro běžné zeminy nad HPV platí, že tlak v hloubce 3 m je na vodorovně uložený plošný prvek až  $600 \text{ kN/m}^2$ , na svisle uložený prvek cca  $30 \text{ kN/m}^2$ .



Obr. 45 – Vzorový detail paty obvodové drenáže

#### 5.4.4 Svislá drenážní vrstva

Slouží pro co nejrychlejší odvedení vody přitékající do spáry mezi objektem a přilehlým prostředím k drenážnímu potrubí. Od horninového a půdního prostředí je oddělena separační vrstvou.

Svislá drenážní vrstva je zavedena do kameniva nad drenážním potrubím, čímž je zajištěno beztlakové předání vody do potrubí. Svislá drenážní vrstva je ukončena 150 mm pod úroveň terénu tak, aby bylo vyloučeno přivádění povrchové vody nebo vody z fasády do obvodové drenáže. Přehled materiálů vhodných pro svislou drenážní vrstvu je uveden v tabulce 12.

Tab. 12 – Nejpoužívanější typy svislých drenážních vrstev

Svislá drenážní vrstva	Orientační propustnost vody v rovině výrobku při gradientu 0,1 [ $\text{l}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Pevnost v tlaku [ $\text{kN/m}^2$ ] (podélná/příčná)
Tříděné kamenivo (doplněné filtrační textilií), mezerovitý beton	0,3 - 0,005	100 - 200
Geomříže, např. DEKDREN P900	0,02 (při zatížení 100 kPa)	1,4/3,5
Nopová fólie tl. 8 mm, např. DEKDREN G8, DEKDREN S8	5,2	50 - 80
Nopová fólie tl. 20 mm, např. DEKDREN T20	10	výjimečně až 120

Nopová fólie DEKDREN G8 je vyráběna s integrovanou filtrační textilií na straně nopů. Klade se nopy k zemině. Profilované fólie bez integrované textilie se kladou nopy na hydroizolaci. Od zeminy i hydroizolace se oddělují textilií.

U nopových fólií existuje riziko zatlačování do hydroizolace nebo do tepelněizolačních a ochranných vrstev, a to jak v důsledku působení tlaku zeminy tak i v důsledku hutnění okolní zeminy. Proto se profilované fólie doporučuje používat do hloubky 3 m pod terénem. Drenážní vrstvu z nopové fólie je třeba chránit před poškozením při hutnění zásypu. Doporučují se desky z aglomerovaného dřeva nebo desky z tuhých plastů nebo pryže, v závislosti na postupu výstavby se použijí jako ztracené nebo jako přenosné.

### 5.4.5 Svislá hydroizolace

Hydroizolace se navrhne podle kapitoly 4.

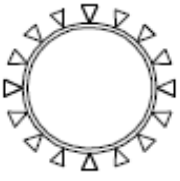


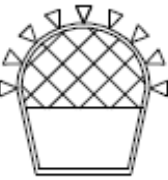
### 5.4.6 Drenážní potrubí

Je provedeno z plastové tvarované perforované flexibilní trubky z PVC. Trubka má otvory po celém svém obvodu o velikosti 1,3 mm. Minimální plocha otvorů činí na běžný metr trubky 25 cm<sup>2</sup>. Dno potrubí je v hloubce 20 cm pod rovinou vodorovné hydroizolace nebo níže (dle podélného spádu). Délka vedení potrubí mezi nejvyšším a nejnižším místem je 20 m. Proudění vody v potrubí je nestacionární.

Potrubí slouží pro rychlý odvod vody směrem k recipientu a případnému pročištění drénu. Drenážní potrubí se navrhuje z různě perforovaných trubek a tvarovek z plastů (PVC-U, HDPE a další). Rozlišují se trubky pro běžné použití k drenážím (dodávají se nejčastěji v kotoučích) a trubky s velkou pevností v tlaku a rázu pro drenáže uložené v hloubkách větších než 2,5 m (jedná se nejčastěji o tyčové trubky).

Podle způsobu perforace trubky se běžně rozlišují čtyři typy trubek.

Tab. 13 – Nejčastější typy drenážního potrubí a oblasti jejich použití

Typ perforace drenážní trubky	Nejčastější použití	Typ perforace drenážní trubky	Nejčastější použití
	Velmi slabě propustné půdy		Propustné půdy Silně propustné půdy
	Slabě propustné půdy		Propustné půdy Silně propustné půdy

Nejmenší vnitřní průměr potrubí je podle DIN 4095 100 mm. Maximální délky potrubí v uzavřeném drenážním systému pro různé DN potrubí jsou uvedeny v tabulce 14. V případě potřeby delších potrubí je nutné drén dělit kontrolními šachticemi.

Tab. 14 – Volba DN drenážního potrubí

Drenážní potrubí	Max. délka potrubí pro různé druhy půdy [m]			
	Velmi málo propustné půdy	Málo propustné půdy	Propustné půdy	Velmi propustné půdy
DN 100	50	25	10	5
DN 125	100	50	20	10
DN 160	200	100	30	20
DN 200	300	150	60	30

#### 5.4.7 Podkladní beton

Je proveden v tloušťce alespoň 100 mm pod dnem drenážního potrubí a v šířce alespoň 600 mm. Tím je zajištěn pracovní prostor pro provádění hydroizolace suterénních stěn a drenáže. Beton musí mít pevnost odpovídající alespoň B10 (C8). Příčný spád betonové mazaniny je 3%, podélný spád je 0,5 %. Ve dně betonové mazaniny je provedena rýha pro uložení drenážního potrubí.

Význam betonové mazaniny spočívá zejména ve:

- vytvoření stabilního podkladu pro drenážní potrubí a jeho zásyp;
- odvodu vody směrem k recipientu;
- spolehlivém vytvoření definovaného spádu drénu;
- zpevnění dna stavební jámy pro pohyb pracovníků ve stavební jámě;
- omezení rizik zanesení drénu zeminou zvláště při provádění.

#### 5.4.8 Kamenivo nad drenážním potrubím

Je provedeno v tloušťce alespoň 300 mm nad drenážním potrubím z kameniva frakce 16-32 bez prachových částic, které by mohly zbytečně zanášet drenážní potrubí. Tato vrstva slouží pro beztlakové předání vody ze zemního tělesa a svislé drenážní vrstvy do potrubí a zároveň zabraňuje jeho pohybu tlakem vody. Rovněž slouží pro pohyb vody směrem k recipientu. Počítá se se zaplavením kameniva.

#### 5.4.9 Kontrolní a čisticí šachtice

Kontrolní šachtice z plastových prefabrikátů jsou osazeny v místech změny směru vedení drenáže. Mají průměr 300 mm. Slouží pro kontrolu drenážního potrubí. Vzdálenost mezi nimi nepřekračuje 50 m. V nejnižším místě drenáže je osazena průlezná čisticí šachtice z betonových skruží o průměru 1000 mm, která slouží pro sběr vody z drenážních souřadů a má kalový prostor pro zachycení jemných částic zemin. Nazývá se předávací jímka. Voda je z této jímky odváděna do recipientu.

Drenážní šachtice se zřizují na styku tří a více drénů a v místě náhlé změny jejich směru a sklonu. Maximální vzdálenost mezi dvěma šachticemi nesmí přesáhnout 50 m. Rozlišujeme drenážní šachtice čisticí a kontrolní. Doporučuje se navrhovat všechny šachtice v systému čisticí. Z finančních důvodů je možné čisticí šachtice střídat s kontrolními tak, aby byla každá větev drenáže přístupná z čisticí šachtice.

Jako poslední drenážní šachtice se doporučuje použití čisticí šachtice nebo kontrolní šachtice s kalovým prostorem. Před odvedením drenážních vod do kanalizace nebo recipientu se osazuje zpětná klapka. Klapka chrání drenáž před vniknutím vnější vody a v neposlední řadě také před hlodavci a obojživelníky.

#### **Čisticí šachtice**

Čisticí šachtice se navrhují jako průlezné betonové skružové jímky. Slouží k čištění drenážního potrubí tlakovou vodou a ke sběru jílových částic prošlých textilii. Šachtice se skládá z manipulační části a ze vstupní části. Vstupní část se ukončuje přechodovým kónusem. Vstup se obvykle řeší stupadly vidlicovými, kapsovými či žebříkovými. Výškově má být jejich vzájemná osová vzdálenost nejméně 250 mm a nejvýše 350 mm.

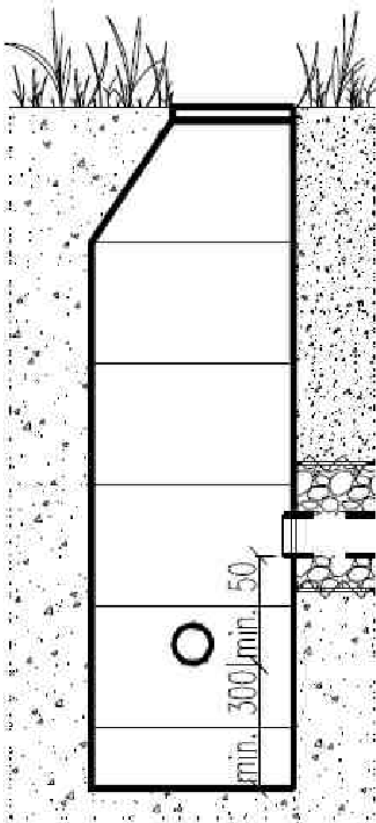
Vstupní otvory jsou vybaveny kruhovými poklopy, které musí být bezpečné proti vysunutí jedoucimi vozidly. Na místech, kde dopravní prostředky nemají přístup, mohou být poklopy čtvercové s panty, o rozměrech minimálně 600 x 600 mm. Minimální vstupní otvor kruhových poklopů je kruh o průměru 600 mm. Poklopy nesmí tvořit překážku v komunikačních plochách (nejvyšší přípustná odchylka může být -5 mm pod okolní úroveň a +0 mm nad okolní úroveň). Minimální světlý půdorysný rozměr manipulační části kruhové šachtice je 1000 mm nebo obdélníkové 800 mm x 1000 mm.

Dno vtokových trubek musí být ve výšce 50 mm nade dnem odtokové trubky. Dno čisticích šachtic musí ležet nejméně 300 mm pode dnem odtokové trubky. Stupadla a poklopy musí být z materiálů odolávajících korozi nebo z materiálů opatřených protikorozi ochranou.

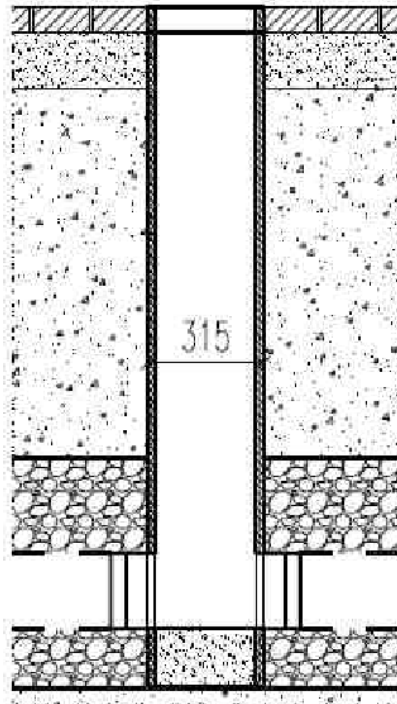
#### **Kontrolní šachtice**

Kontrolní šachtice se nejčastěji navrhují jako plastové o vnitřním průměru cca 300 mm a slouží ke kontrole funkce drenáže. Jejich použití se doporučuje pro hloubky drenážního potrubí max. do 3 m.

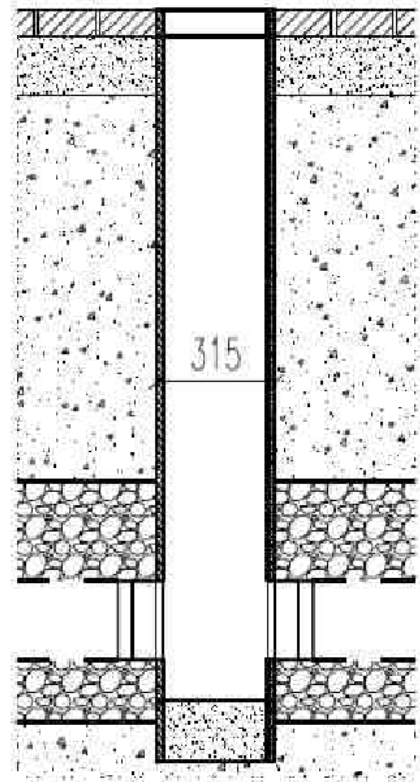
Šachtice se vyrábějí bez lapače splavenin nebo pro místa před napojením do kanalizace s lapačem splavenin. Pro zvýšení stability bývají plastové šachtice dodávány s dvojitým dnem, které je možno vyplnit pískem nebo podobným materiálem. Šachtice bývá dále opatřena třemi odbočkami a krytem šachty s aretací.



Obr. 46 – Příklad čisticí šachtice



Obr. 47 – Příklad kontrolní šachtice bez kalového prostoru



Obr. 48 – Příklad kontrolní šachtice bez kalového prostoru

#### 5.4.10 Likvidace vody z drenáže

Voda odvedená soustavou trubkových drenů se hromadí v kalovém prostoru poslední drenážní šachtice, odkud ji odvádíme od objektu. Vody z drenážních systémů neřadíme mezi vody odpadní (Zákon 254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů). Způsoby likvidace drenážních vod mohou být následující:

##### **Odvod do kanalizace**

Drenážní vodu lze na základě povolení příslušných orgánů odvádět do dešťové nebo jednotné kanalizace. Do oddílné splaškové kanalizace ji nelze odvádět, protože nařaduje splašky a tím snižuje účinnost čištění na čistírně odpadních vod.

V přípravné fázi prováděcího projektu je nejdříve potřeba zajistit vyjádření správce kanalizační sítě, do které chceme drenážní vodu napojit. U něj si vyžádáme situaci vedení kanalizačního řadu v blízkosti odvodňovaného pozemku včetně kanalizačních šachet.

##### **Odvod do recipientu**

K vypouštění drenážních vod do recipientu je nutné vyjádření vodoprávního úřadu dle ustanovení § 18 zákona 254/2001 o vodách, jelikož záměr může ovlivnit vodní poměry. Je potřeba zaslat žádost o vyjádření dle již zmíněného ustanovení společně s technickým popisem záměru, 2 kopiemi situace a stanoviskem příslušného podniku povodí. Je nutné zohlednit, že tato voda je málo okysličená a tudíž by ve velkém množství mohla případně negativně ovlivnit vodu v toku (týká se především malých vodních toků). Nelze také zanedbat chemické složení vody, která v zemině může navázat sloučeniny a prvky v koncentraci znemožňující její vypouštění do toku.

Drenážní vyústě se navrhují pokud možno kolmo na osu recipientu a zásadně ne proti směru toku vody. Musí být nejméně 200 mm nade dnem recipientu nebo 300 mm tam, kde hrozí silné zanášení, avšak vždy nad hladinou 210denního průtoku vody u toků se setrvalým průtokem.

##### **Odvod vsakováním**

Drenážní vodu je možné odvádět vsakováním. Drenáž se ve většině případů navrhuje v podmínkách nízké propustnosti podloží v bezprostředním okolí objektu. Podobné hydrogeologické poměry se obvykle vyskytují na celém přilehlém pozemku. Proto v takových případech není možné tento způsob likvidace doporučit.

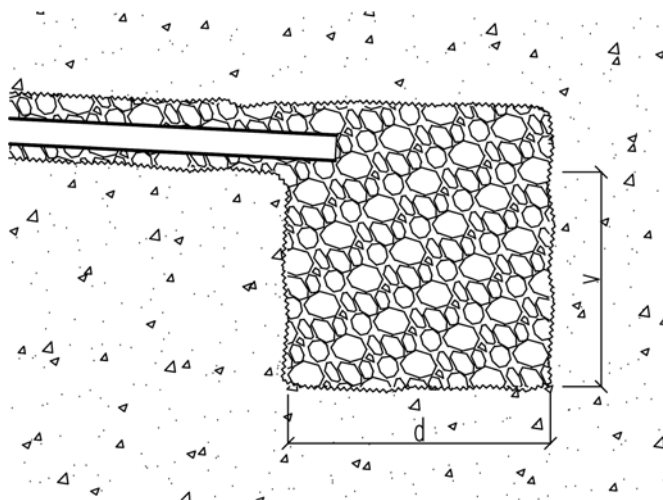
V příznivějších geologických podmínkách a v nejnižší části svažitého terénu je pak vytvořena jímka s hloubkou minimálně o 0,50 m větší, než je hloubka uložení drenáže. Jímka je vyplněna kamenivem. Potřebnou velikost jímky je možné určit orientačním výpočtem podle vzorce:

$$Q = 0,8 \cdot k \cdot S$$

kde: Q je jímací schopnost jímky v m<sup>3</sup>/s

S plocha dna jímky v m<sup>2</sup> ;

k koeficient filtrace nejméně propustné vrstvy mezi jímkou a HPV.



Obr. 49 – Vsakovací jímka

K zabránění nadměrného zanášení jímky doporučujeme kamenivo separovat od okolní zeminy vhodnou textilií.

#### **Odvod do podzemních vod a na terén**

K vypouštění drenážních vod do vod podzemních a na terén je nutné vyjádření vodoprávního úřadu dle ustanovení § 18 zákona 254/2001 o vodách, jelikož záměr může ovlivnit vodní poměry. Je potřeba zaslat žádost o vyjádření dle již zmíněného ustanovení společně s technickým popisem záměru, 2 kopiemi situace a stanoviskem příslušného podniku povodí. Tyto způsoby likvidace drenážních vod nedoporučujeme navrhnout, stanovisko vodoprávního úřadu bývá ve většině případů záporné.

#### **5.4.11 Údržba drenáže**

K zajištění bezproblémové funkce drenážního systému je potřeba kontrolovat jeho průchodnost (minimálně 1 x za rok) a v pravidelných intervalech proplachovat drenážní potrubí. Tím se odstraní jemné zemité částice, které do systému vniknou přes filtrační textilií.

K čištění drenážních trubek slouží drenážní hydročističe. Čištění je prováděno pomocí vodního paprsku tryskajícího pod vysokým tlakem ze speciálních proplachovacích hlavíc. Tento způsob čištění plně nahrazuje ruční a mechanické čištění. Provozní kapalinou je čistá, chemicky neaktivní voda bez pevných mechanických přímísenin. K čištění silně zanesených trubek se používá směšovací pistole pro čištění směsí voda + písek. Zdrojem tlakové vody je hydrant, cisternový vůz nebo vodní tok.





## 6 Postupy výstavby

### 6.1 Izolace do vany



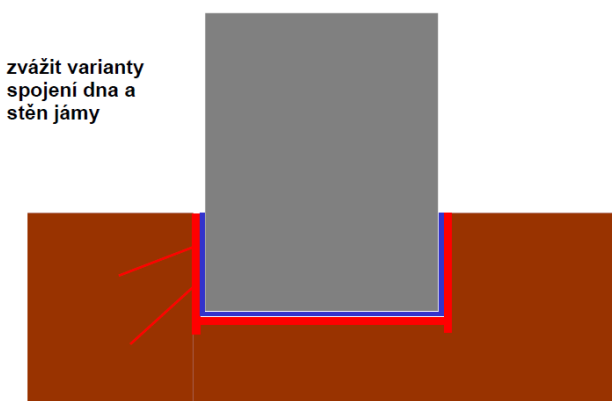
Obr. 50 – Stavební jáma



Obr. 51 – Zajištění stavební jámy (podkladní beton, pažení stěn)



Obr. 52 – Provedení hydroizolace (z asfaltových pásů nebo plastových fólií)



Obr. 53 – Realizace objektu

### 6.2 Zpětný spoj

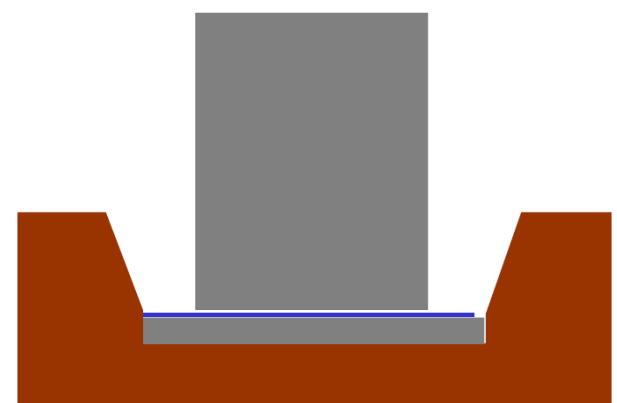
*(nepoužívat při namáhání tlakovou vodou)*



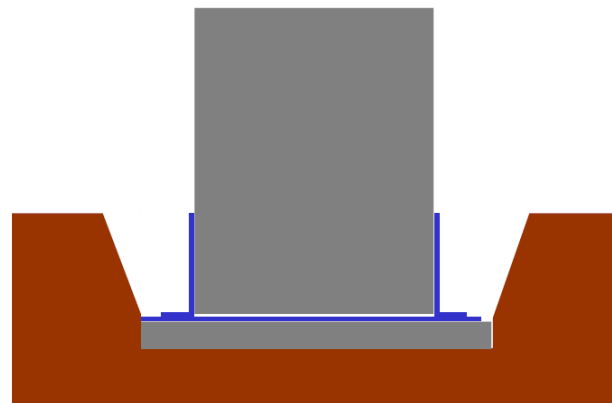
Obr. 54 – Stavební jáma (zajištění stěn svahováním)



Obr. 55 – Provedení vodorovné hydroizolace na základovou konstrukci (základovou desku)

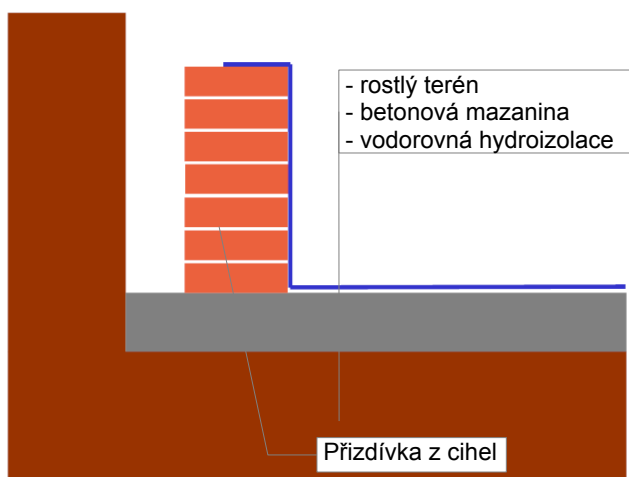


Obr. 56 – Realizace objektu

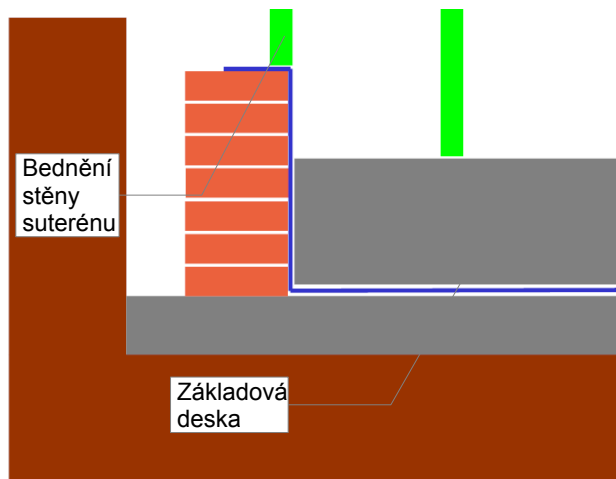


Obr. 57 – Provedení zpětného spoje a svislé části hydroizolace

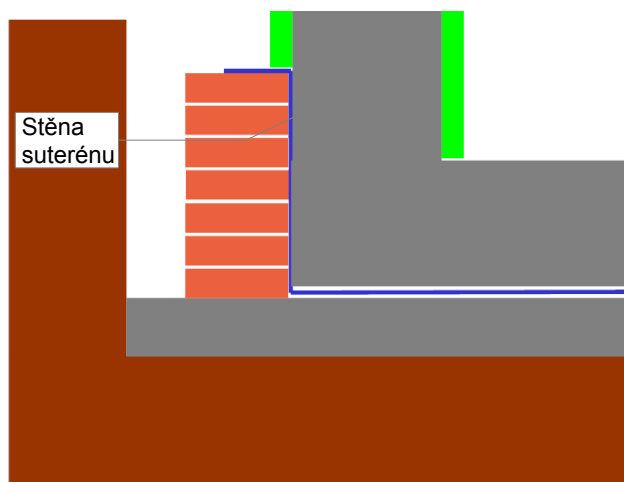
### 6.3 Správné řešení etapového spoje



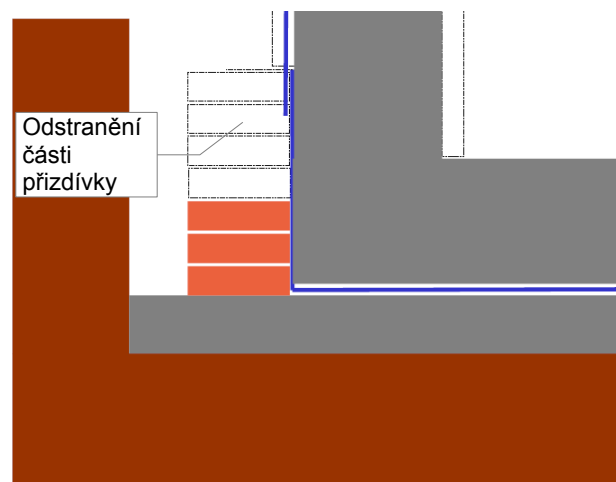
Obr. 58 – Příprava etapového spoje pomocí přizdívky



Obr. 59 – Realizace vodorovné konstrukce

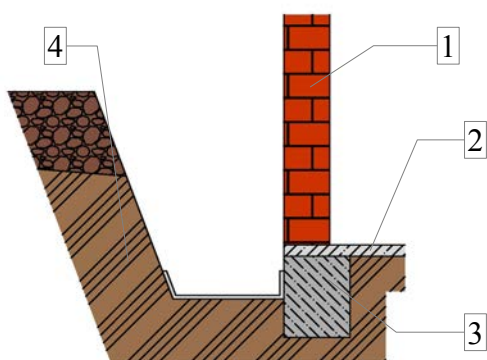


Obr. 60 – Realizace svislé konstrukce

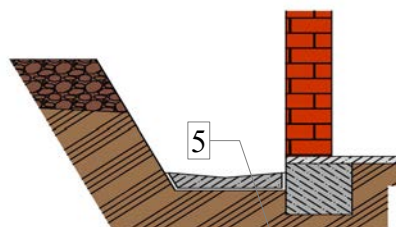


Obr. 61 – Demontáž přizdívky a provedení spoje

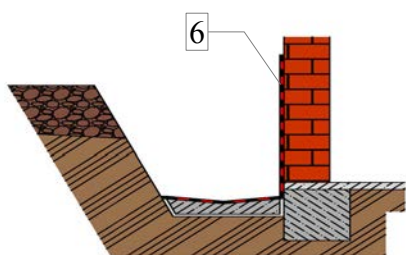
### 6.4 Realizace drenáže



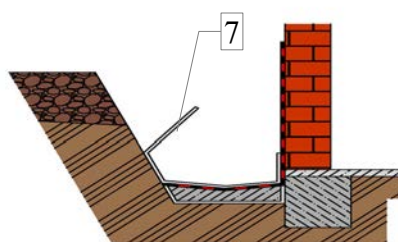
Obr. 62 – Realizace pracovního prostoru



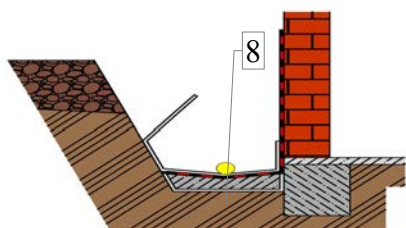
Obr. 63 – Podkladní beton zajišťující spád



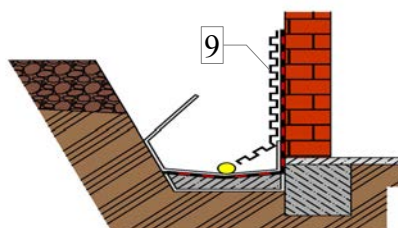
Obr. 64 – Provedení hydroizolace



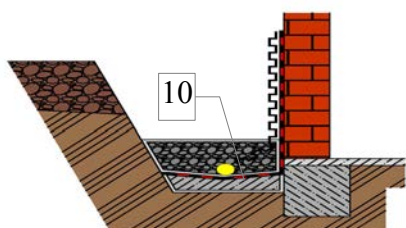
Obr. 65 – Provedení filtrační vrstvy



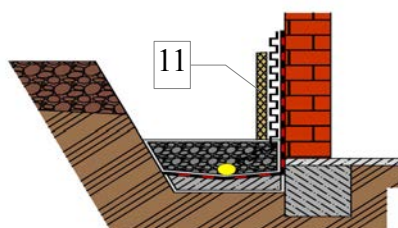
Obr. 66 – Osazení drenážního potrubí



Obr. 67 – Provedení svislé drenážní vrstvy



Obr. 68 – Realizace drénu frakce 16/32



Obr. 69 – Realizace tepelné izolace z XPS



Obr. 70 – Realizace hutněného zásypu

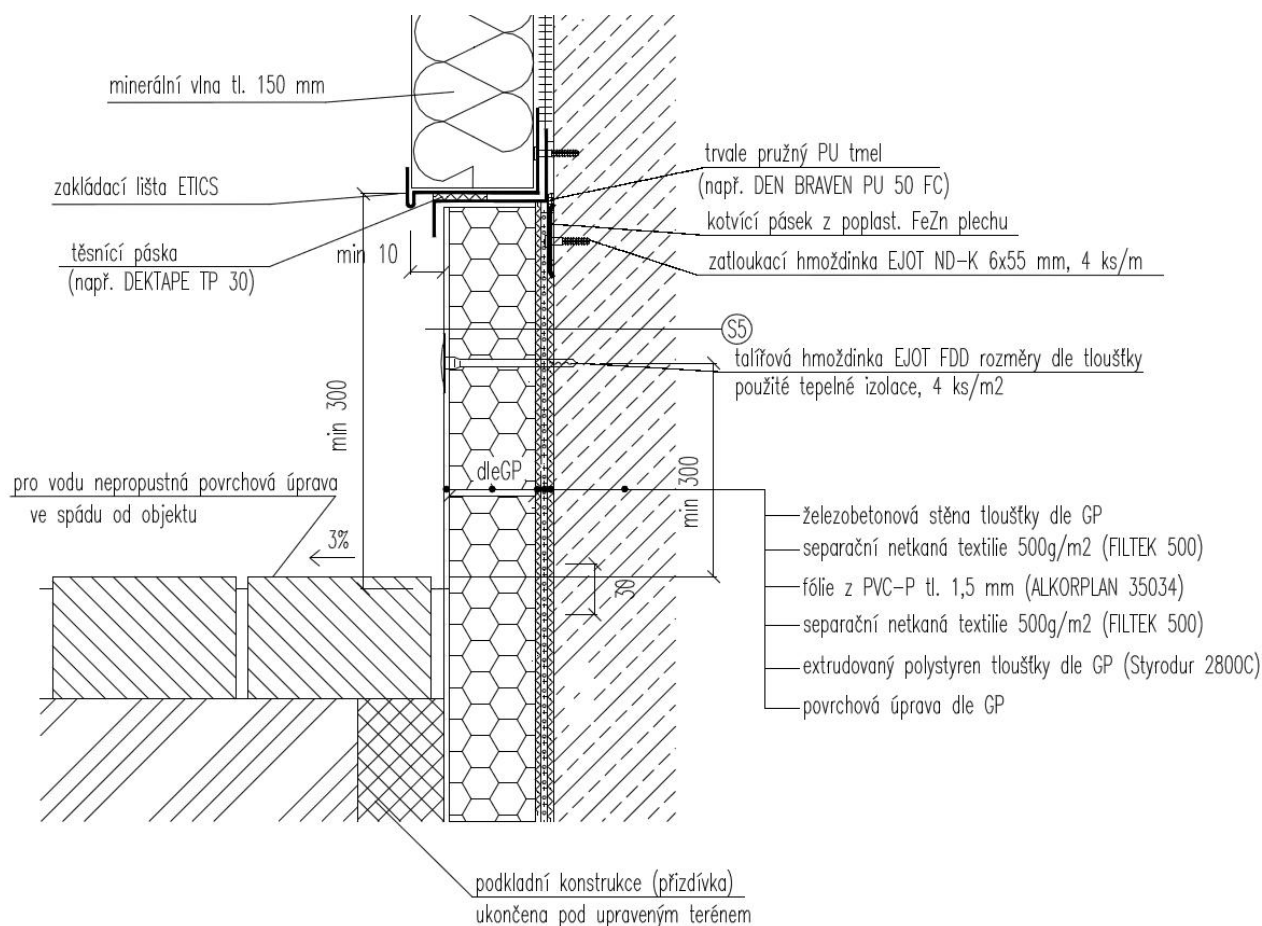
Obr. 71 – Finální úprava terénu

1 - svislá nosná konstrukce suterénu, 2 - podkladní betonová mazanina, 3 - základová pás, 4 - výkop pro provedení drenáže zajištěný svahováním, 5 - podkladní betonová mazanina se žlábkem ve spádu, 6 - hydroizolace z asfaltových pásů (např. GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL), 7 - ochranná netkaná textilie (FILTEK 300), 8 - flexibilní perforované potrubí DN 100, 9 - svislá drenážní vrstva (nopová fólie DEKDREN G8), 10 - násyp praného říčního kameniva frakce 16-32 bez prachové složky, 11 - aplikace tepelné izolace z desek z XPS nebo EPS Perimetr (např. DEKPERIMETER nebo STYRODUR 3035 CS), 12 - násyp původní zeminy s hutněním po vrstvách 300 mm, 13 - pokládka betonové dlažby se sklonem 3° směrem od fasády objektu, 14 - ukončení svislé drenážní vrstvy pomocí ukončovací lišty

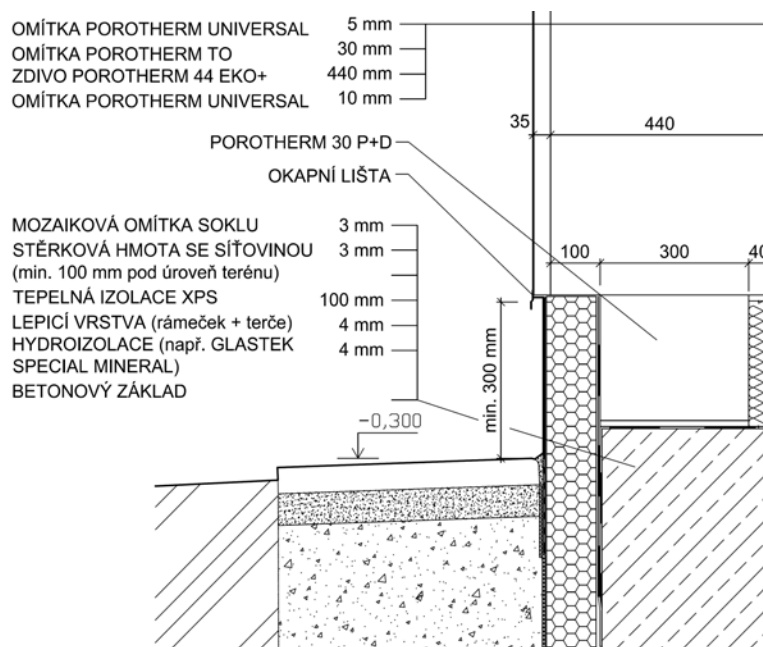
## 6.5 Sokl fasády

Styk stěny s terénem je jednou z nejvíce namáhaných částí stavby. Působí zde přímá srážková voda, odstříkující srážková voda, sníh, sluneční záření, mráz i mechanické zatížení. Je-li stěna budovy v kontaktu s chodníkem, hrozí navíc zatížení soklu roztokem soli.

Na tuto část stavby jsou zároveň kladeny značné estetické nároky. Pro ochranu zdiva a povrchových úprav je zásadní volba výšky ukončení soklové úpravy nad terénem. Obvyklá hodnota 300 mm může být v některých případech nedostatečná a výšku ukončení úpravy je třeba volit s ohledem na konkrétní podmínky - sněhová oblast, možnost skluzu sněhu ze střechy, směr a intenzita větru atd. Existuje řada způsobů ukončení hydroizolace v místě soklu. Jejich výběr mimo jiné souvisí s architektonickým řešením fasády objektu a s použitým typem hydroizolace.



Obr. 72 – Stěna spodní stavby - zateplení soklu deskami z extrudovaného polystyrenu



Obr. 73 – Stěna spodní stavby - zateplení soklu zděné stavby bez kontaktního zateplovacího systému deskami z extrudovaného polystyrenu XPS



## 7 Použitá literatura

### Normy a předpisy:

1. ČSN 73 0540. *Tepelná ochrana budov*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
2. ČSN P 73 0600. *Hydroizolace staveb – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
3. ČSN 73 0601. *Ochrana staveb proti radonu z podloží*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
4. ČSN 73 0602. *Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
5. ČSN P 73 0606. *Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace - Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
6. ČSN P 73 0610. *Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
7. ČSN 73 0039. *Navrhování objektů na poddolovaném území. Základní ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 1989.
8. ČSN 73 1001. *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy*. Praha: Český normalizační institut, 1987.
9. DIN 4095 Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
10. Zákon 254/2001 Sb. O vodách a o změně některých zákonů.
11. ČSN EN 1997-1. *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
12. ČSN 73 3610. *Navrhování klempířských konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
13. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

### Firemní materiály:

14. Fólie ALKORPLAN 35 034 a hydroizolační systém DUALDEK - Montážní návod - leden 2012
15. Asfaltové pásy DEKTRADE – Montážní návod, DEKTRADE a.s. (červenec 2012)
16. EJOT – výrobní program a katalog
17. PARAMO – asfaltové výrobky
18. NOBASIL – výrobní program a katalog
19. ISOVER – Styrodur
20. KINGSPAN INSULATION – výrobní program a katalog
21. BÖRNER – lepidlo PUK

### Články na internetu:

22. Ochrana staveb proti metanu vystupujícímu z podloží I. Doc. Ing. Jaroslav Solař, Ph.D. ([www.imaterialy.cz](http://www.imaterialy.cz))

### Odborné publikace:

23. KÁNĚ, Luboš. *KUTNAR - Izolace spodní stavby*. Praha: DEKTRADE, 2009, 63 s. ISBN 978-80-87215-03-6.

### Archivy firem:

24. Archiv ATELIERu DEK





#### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato příručka vznikla na základě finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost „Stavebnictví 21“, reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.

Ing. Ctibor Hůlka, Ing. Radim Mařík, Ing. Lubomír Odehnal,  
Ing. Pavel Štajnrt, Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.

#### **Spodní stavba**

Vydala Střední průmyslová škola stavební, Opava, příspěvková organizace

1. vydání

Opava 2014

Tato příručka vznikla za finanční podpory  
Evropského sociálního fondu  
a rozpočtu České republiky  
v rámci projektu OP VK „Stavebnictví 21“,  
reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ  
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA  
STAVEBNÍ  
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ