



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**MECHANICKÁ ODOLNOST POVLAKOVÝCH
HYDROIZOLACÍ VŮČI POŠKOZENÍ PRVKY
KONSTRUKČNÍ OCHRANY HYDROIZOLACE**

MECHANICAL DURABILITY OF WATERPROOFING MEMBRANES AGAINST ELEMENTS
OF WATERPROOFING MEMBRANE CONSTRUCTION PROTECTION

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Josef Remeš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MILOSLAV NOVOTNÝ, CSc.

BRNO 2018

ABSTRAKT

Povlakové hydroizolace jsou v současné době nejčastěji používaným materiálem pro ochranu před působením vody. Najdeme je ve skladbách spodních staveb i střešních konstrukcí a jsou klíčovým prvkem hydroizolačního systému. Při navrhování je proto důležité volit materiály, prvky a doplňky systému tak, aby byla zajištěna jejich vzájemná kompatibilita, hydroizolační účinnost a spolehlivost. Za účelem ochrany hlavní hydroizolační vrstvy je proto skladba doplněna o prvky konstrukční ochrany, které mají zamezit mechanickému poškození povlakové hydroizolace.

K mechanickému namáhání může dojít v řadě situací, které mohou způsobit vnější vlivy jako např. nevhodný způsob hutnění, ale zároveň i nevhodná volba materiálu pro konstrukční ochranu hydroizolace. V praxi lze pozorovat případy poruch hydroizolačních systémů, kdy prvky s vyšší mechanickou odolností jsou namáhány a působí na prvky s odolností nižší, které mohou nastat při použití nopové fólie jako konstrukční ochrany hydroizolace.

Disertační práce zkoumá soustavy skladeb, kde je hlavní hydroizolační vrstva chráněna prvky konstrukční ochrany, které mohou vlivem namáhání a vzájemného spolupůsobení vést k poruše povlakové hydroizolační vrstvy a snížení hydroizolační spolehlivosti skladby. Práce je zaměřena zejména na zjištění mechanické odolnosti povlakových hydroizolací z fólií a asfaltových pásů vůči poškození od nopové fólie v závislosti na druhu namáhání. V prvotní fázi práce je výpočtově posouzeno možné porušení povlakové hydroizolace od nopové fólie v důsledku protlačení nopů. V následující fázi je pak pomocí experimentů ověřován vliv dlouhodobého statického zatížení a krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy, kde je prováděno i měření zatížení od hutnění.

Vyhodnocení experimentů a získané poznatky poskytly informaci při jaké kombinaci a uspořádání jednotlivých vrstev hrozí zvýšené nebezpečí poruchy a snížení hydroizolační účinnosti povlakové hydroizolace při použití nopových fólií.

KLÍČOVÁ SLOVA

hydroizolace, nopová fólie, spodní stavba, střecha, zatížení, hutnění, mechanická odolnost

ABSTRACT

Waterproofing membranes are one of the most commonly used waterproofing insulation materials. These can be found both in assemblies of roof constructions and substructures and are a key component for waterproofing systems. During design process it is necessary to select materials, elements and accessories so that mutual compatibility, waterproof effectiveness and reliability is ensured. In order to protect the main waterproofing layer a composition is therefore completed with construction protection elements, which are meant to prevent from a mechanical damage of waterproofing membrane.

Mechanical stress and damage may become evident in variety of situations, which can be caused externally not only as an inappropriate ground bashing procedure but also as a consequence of improper waterproofing construction protection. In practice there are many cases of waterproofing system failures due to stress of elements with higher mechanical durability which affect elements with lower mechanical durability.

The dissertation deals with an application of dimpled membranes protected by the layer of waterproofing membranes, which may due to stress and mutual compatibility result in waterproofing system failure and waterproofing reliability decrease. The dissertation is focused on mechanical durability of waterproofing membranes made of folio and modified bitumen membrane against damage from dimple membrane depending on stress category. First, possible waterproofing membrane damage from dimple extrusion is calculated and evaluated. The next part deals with verifying by experiment based on an effect of long-term static stress and short-term dynamic stress caused by ground bashing, where a measurement of ground bashing stress is performed.

Experiment interpretation and an acquired knowledge provided the dissertation with an information what combination and order of particular layers results in higher risk of waterproofing system failure and waterproofing reliability decrease

KEYWORDS

waterproofing insulation, dimpled mebrane, substructure, roof, ground bashing, mechanical stress

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Ing. Josef Remeš *Mechanická odolnost povlakových hydroizolací vůči poškození prvky konstrukční ochrany hydroizolace*. Brno, 2018. 133 s., 63 s. příl. Disertační práce.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství.

Vedoucí práce prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 3. 2018

Ing. Josef Remeš
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Mé díky patří zejména mé drahé ženě Veronice, která měla nesmírnou trpělivost, když jsem práci dokončoval. Rád bych poděkoval doc. Ing. Antonínu Fajkošovi, CSc. za to, že mi umožnil nahlédnout pod políčku oboru střech a hydroizolací, dále vedoucímu práce prof. Ing. Miloslavu Novotnému, CSc.; a odborníkům z praxe Ing. Markovi Novotnému, Ph.D.; Ing. Janu Plachému, Ph.D. a Ing. Luborovi Kalouskovi, Ph.D. za cenné rady a podněty při zpracování tématu.

Velký dík patří přátelům, kteří přiložili ruku k dílu v rámci experimentálních zkoušek, kdy tato činnost přivodila Ing. Romanu Brzoňovi, Ph.D.; Ing. Jirímu Horákovi a Ing. Markovi Herůfkovi, nejeden puchýř na jejich rukou. Za pomoc při přípravě měření děkuji Ing. Pavlu Šafratovi a Ing. Zdeňkovi Piklovi.

Speciální dík patří Ing. Antonínu Žákovi, Ph.D. za podněty a cennou zpětnou vazbu, taktéž i oddělení výzkumu a vývoje společnosti Stavebniny DEK a.s. za možnost využití prostor i materiálu pro experimentální zkoušky.

V posledních fázích, kdy člověk skrz mraky písmen nevidí světlo na konci tunelu, děkuji Ing. Davidu Duchanovi, Ph.D., za to, že se mi podal pomocnou ruku. Moc si toho vážím.

Obsah

1	ÚVOD.....	14
2	SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY	15
2.1	Popis problematiky.....	15
2.2	Způsob řešení dané problematiky	16
2.3	Terminologie	17
2.4	Hydroizolační principy spodní stavby	19
2.5	Hydroizolace	19
2.6	Konstrukční ochrana hydroizolace.....	20
2.6.1	Definice konstrukční ochrany hydroizolace	20
2.6.2	Přehled konstrukčních ochran hydroizolace	20
2.6.2.1	Vzduchové vrstvy, dutiny.....	20
2.6.2.2	Ochranná přizdívka a ochranné desky.....	22
2.6.2.3	Nopová fólie (profilovaná fólie).....	23
2.6.2.4	Textilie (geotextilie)	24
2.6.2.5	Tepelněizolační vrstva.....	24
2.6.3	Nopová fólie	25
2.6.3.1	Druhy nopových fólií	25
2.6.3.2	Použití.....	26
2.6.3.3	Způsob zabudování.....	27
2.6.3.4	Odolnost proti mechanickému namáhání	29
2.7	Poruchy hydroizolačního systému	29
3	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	32
4	METODY ZPRACOVÁNÍ	33
5	TEORETICKÁ ANALÝZA MECHANICKÉHO NAMÁHÁNÍ A ODOLNOSTI SYSTÉMU	34
5.1	Faktory ovlivňující mechanické poškození povlakové hydroizolace od nopové fólie	34
5.2	Analýza namáhání konstrukcí	34

5.2.1	Zatížení	34
5.2.2	Namáhání	36
5.3	Mechanická odolnost hydroizolací	38
5.4	Výpočtové posouzení protlačení	38
5.4.1	Skladby konstrukcí	38
5.4.2	Způsob stanovení zatížení	40
5.4.2.1	Zatížení na střešní konstrukci	40
5.4.2.2	Zatížení na obvodovou stěnu suterénu	40
5.4.3	Výpočet zatížení	45
5.4.3.1	Provozní střecha – vegetační střecha	45
5.4.3.2	Obvodová stěna suterénu	46
5.4.3.3	Přepočet zatížení	47
5.4.3.4	Přehled zatížení	48
5.4.4	Teoretické hodnocení odolnosti hydroizolací na protlačení	49
5.4.5	Shrnutí teoretického hodnocení a praktických poznatků	50
6	NÁVRH EXPERIMENTÁLNÍCH ZKOUŠEK	51
6.1	Základní informace	51
6.2	Příprava zkušebních sestav	51
6.2.1	Zatížení statické dlouhodobé	51
6.2.2	Zatížení statické krátkodobé	54
6.2.3	Zatížení dynamické krátkodobé	55
6.3	Skladebné varianty zkušebních těles	56
6.4	Materiály	58
6.4.1	Charakteristické vlastnosti nopové fólie	60
6.4.2	Charakteristické vlastnosti separační vrstvy	61
6.4.3	Charakteristické vlastnosti hydroizolace	61
6.4.4	Charakteristické vlastnosti měkkého podkladu	63
6.5	Experimenty a postupy	64
6.6	Okrajové podmínky	65
6.7	Měření	66

6.8	Způsob vyhodnocení experimentu	66
7	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	68
7.1	Experiment č. 1 (E1)	69
7.1.1	Experiment E1.1 (sestava 1)	70
7.1.1.1	Zkušebních tělesa E1.1	71
7.1.1.2	Vyhodnocení experimentu E1.1	73
7.1.2	Experiment E1.2 (sestava 2)	75
7.1.2.1	Zkušební tělesa E1.2.....	75
7.1.2.2	Vyhodnocení experimentu E1.2	79
7.2	Experiment č. 2 (E2)	81
7.2.1	Zkušební tělesa E2	83
7.2.2	Vyhodnocení experimentu E2	87
7.3	Experiment č. 3 (E3)	90
7.3.1	Experiment E3.1 (sestava 1)	92
7.3.1.1	Zkušební tělesa E3.1.....	92
7.3.1.2	Vyhodnocení experimentu E3.1	93
7.3.2	Experiment E3.2 (sestava 2)	95
7.3.2.1	Zkušební tělesa E3.2.....	95
7.3.2.2	Vyhodnocení experimentu E3.2	96
7.4	Experiment č. 4 (E4)	97
7.4.1	Experiment E4.1 (sestava 1)	98
7.4.1.1	Zkušební tělesa E4.1.....	99
7.4.1.2	Vyhodnocení experimentu E4.1	102
7.4.2	Experiment E4.2 (sestava 2)	105
7.4.2.1	Zkušební tělesa E4.2.....	105
7.4.2.2	Vyhodnocení experimentu E4.2	106
7.5	Experiment č. 4 (E4) – Měření zatížení	107
7.5.1	Výsledky měření E4.1.....	108
7.5.2	Výsledky měření E4.2.....	110

7.5.3	Výsledky měření E4.3.....	112
7.5.4	Výsledky měření E4.4.....	114
7.5.5	Porovnání výsledků měření	116
8	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ A EXPERIMENTŮ	117
8.1	Výpočtové posouzení protlačení	117
8.2	Vliv dlouhodobého statického zatížení	117
8.3	Vliv krátkodobého statického zatížení, kdy dochází k deformaci nopů	119
8.4	Vliv a velikost krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy.....	120
9	ZÁVĚR	121
9.1	Závěry pro technickou praxi	121
9.2	Možnosti dalšího pokračování a výzkumu.....	122
10	SEZNAM ZDROJŮ	123
10.1	Seznam publikovaných prací autora.....	123
10.2	Seznam použitých podkladů.....	125
10.3	Seznam obrázků.....	128
10.4	Seznam tabulek.....	129
10.5	Seznam grafů	131
10.6	Seznam použitých zkratk	131
10.7	Seznam použitých symbolů	132
11	PŘÍLOHA – MAPA EXPERIMENTŮ	134
12	PŘÍLOHA – ZKUŠEBNÍ TĚLESA	135
12.1	Experiment E1	136
12.1.1	Zkušební tělesa pro sestavu E1.1	136
12.1.1.1	Zkušební těleso E1.1.1 (V3-F-ND-T)	136
12.1.1.3	Zkušební těleso E1.1.2 (V3-F-ND-T)	137
12.1.1.4	Zkušební těleso E1.1.3 (V3-A-ND-T).....	138
12.1.1.5	Zkušební těleso E1.1.4 (V3-A-ND-T).....	139
12.1.1.6	Zkušební těleso E1.1.5 (V4-F-ND-T)	140
12.1.1.7	Zkušební těleso E1.1.6 (V4-F-ND-T)	141

12.1.1.8	Zkušební těleso E1.1.7 (V4-A-ND-T).....	142
12.1.1.9	Zkušební těleso E1.1.8 (V4-A-ND-T).....	143
12.1.2	Zkušební tělesa pro sestavu E1.2.....	144
12.1.2.1	Zkušební těleso E1.2.1 (V1-F-ND-N).....	144
12.1.2.2	Zkušební těleso E1.2.2 (V1-A-ND-N)	145
12.1.2.3	Zkušební těleso E1.2.3 (V2-F-ND-N).....	146
12.1.2.4	Zkušební těleso E1.2.4 (V2-A-ND-N)	147
12.1.2.5	Zkušební těleso E1.2.5 (V3-F-ND-N).....	148
12.1.2.6	Zkušební těleso E1.2.6 (V3-F-ND-N).....	149
12.1.2.7	Zkušební těleso E1.2.7 (V3-A-ND-N)	150
12.1.2.8	Zkušební těleso E1.2.8 (V3-A-ND-N)	151
12.1.2.9	Zkušební těleso E1.2.9 (V4-F-ND-N).....	152
12.1.2.10	Zkušební těleso E1.2.10 (V4-F-ND-N).....	153
12.1.2.11	Zkušební těleso E1.2.11 (V4-F-ND-N).....	154
12.1.2.12	Zkušební těleso E1.2.12 (V4-A-ND-N).....	155
12.1.2.13	Zkušební těleso E1.2.13 (V4-A-ND-N).....	156
12.1.2.14	Zkušební těleso E1.2.14 (V4-A-ND-N).....	157
12.2	Experiment E2.....	158
12.2.1	Zkušební těleso E2.1 (V1-F-ND-S).....	158
12.2.2	Zkušební těleso E2.2 (V1-F-NN-N)	159
12.2.3	Zkušební těleso E2.3 (V1-F-NN-N)	160
12.2.4	Zkušební těleso E2.4 (V1-F-NN-S).....	161
12.2.5	Zkušební těleso E2.5 (V1-A-ND-S)	162
12.2.6	Zkušební těleso E2.6 (V1-A-NN-N).....	163
12.2.7	Zkušební těleso E2.7 (V1-A-NN-S)	164
12.2.8	Zkušební těleso E2.8 (V2-F-ND-S).....	165
12.2.9	Zkušební těleso E2.9 (V2-F-NN-N)	166
12.2.10	Zkušební těleso E2.10 (V2-F-NN-N).....	167

12.2.11	Zkušební těleso E2.11 (V2-F-NN-N).....	168
12.2.12	Zkušební těleso E2.12 (V2-F-NN-N).....	169
12.2.13	Zkušební těleso E2.13 (V2-A-ND-S).....	170
12.2.14	Zkušební těleso E2.14 (V2-A-NN-N).....	171
12.2.15	Zkušební těleso E2.15 (V2-A-NN-N).....	172
12.3	Experiment E3.....	173
12.3.1	Zkušební tělesa pro sestavu E3.1.....	173
12.3.1.1	Zkušební těleso E3.1.1 (V1-A-ND-N).....	173
12.3.1.2	Zkušební těleso E3.1.2 (V1-A-NN-N).....	174
12.3.1.3	Zkušební těleso E3.1.3 (V1-F-ND-N).....	175
12.3.1.4	Zkušební těleso E3.1.4 (V1-F-NN-N).....	176
12.3.2	Zkušební tělesa pro sestavu E3.2.....	177
12.3.2.1	Zkušební těleso E3.2.1 (V2-A-ND-N).....	177
12.3.2.2	Zkušební těleso E3.2.2 (V2-A-NN-N).....	178
12.3.2.3	Zkušební těleso E3.2.3 (V2-A-ND-N).....	179
12.3.2.4	Zkušební těleso E3.2.4 (V2-A-NN-N).....	180
12.4	Experiment E4.....	181
12.4.1	Zkušební tělesa pro sestavu E4.1.....	181
12.4.1.1	Zkušební těleso E4.1.1 (V2-A-CI-X).....	181
12.4.1.2	Zkušební těleso E4.1.2 (V1-A-CI-X).....	182
12.4.1.3	Zkušební těleso E4.1.3 (V1-A-ND-N).....	183
12.4.1.4	Zkušební těleso E4.1.4 (V2-A-ND-N).....	184
12.4.1.5	Zkušební těleso E4.1.5 (V1-A-NN-N).....	185
12.4.1.6	Zkušební těleso E4.1.6 (V2-A-NN-N).....	186
12.4.1.7	Zkušební těleso E4.1.7 (V1-A-ND-S).....	187
12.4.1.8	Zkušební těleso E4.1.8 (V2-A-ND-S).....	188
12.4.1.9	Zkušební těleso E4.1.9 (V1-A-NN-S).....	189
12.4.1.10	Zkušební těleso E4.1.10 (V2-A-NN-S).....	190

12.4.1.11	Zkušební těleso E4.1.11 (V2-F-ND-N).....	191
12.4.1.12	Zkušební těleso E4.1.12 (V2-F-NN-N).....	192
12.4.2	Zkušební tělesa pro sestavu E4.2	193
12.4.2.1	Zkušební těleso E4.1.3 (V1-A-ND-N)	193
12.4.2.2	Zkušební těleso E4.1.4 (V2-A-ND-N)	194
12.4.2.3	Zkušební těleso E4.1.5 (V1-A-NN-N)	195
12.4.2.4	Zkušební těleso E4.1.6 (V2-A-NN-N)	196

1 ÚVOD

Při navrhování staveb je jedním ze základních požadavků vytvoření prostředí, které bude uživatele chránit před vnějšími vlivy, mezi které se řadí i působení vody. Nejvíce exponovanými konstrukcemi vystavené působení vody jsou podzemní části budov a střechy. V těchto konstrukcích se používají stavební materiály, které zajišťují nepropustnost pro vodu a v kombinaci s ostatními prvky tvoří hydroizolační systém zajišťující požadovanou ochranu.

Nejčastěji používané systémy u spodních staveb i střech jsou povlakové hydroizolace, které se z provozních i funkčních důvodů doplňují o další doplňkové a ochranné vrstvy. Nevhodnou kombinací a uspořádáním jednotlivých vrstev však může dojít k poruše, jenž vede k výraznému snížení hydroizolační spolehlivosti a účinnosti systému. K poruše dochází obvykle v důsledku mechanického poškození hydroizolačního materiálu.

2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

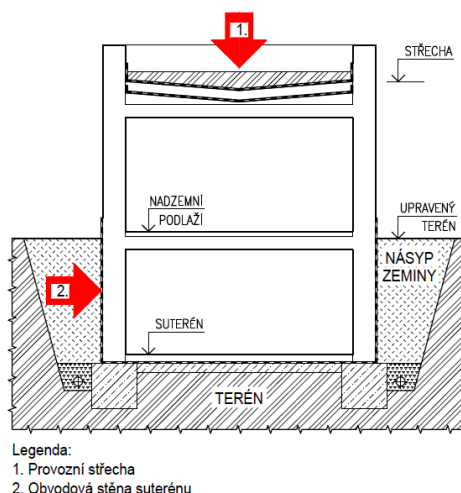
V kapitole bude popsána řešená problematika, základní úvod do hydroizolační techniky včetně materiálů používaných pro povlakovou hydroizolaci, dále druhy konstrukčních ochrann hydroizolace, kde bude podrobněji popsáno použití a aplikace nopové fólie. Kapitola obsahuje i stručný přehled zatížení a namáhání, které mohou působit na skladby konstrukcí. Jako poslední je uveden příklad vybrané poruchy, se kterou je možné se setkat v rámci stavební praxe.

2.1 Popis problematiky

Hydroizolační konstrukce (hydroizolační systém) se skládá z mnoha funkčních prvků, doplňků a příslušenství. Účinnost a spolehlivost celku je podmíněna účinností a spolehlivostí nejslabšího prvku. Hydroizolační konstrukce staveb musí být odolné proti působícímu mechanickému namáhání do té míry, aby nedošlo ke ztrátě funkcí, které v konstrukci plní. Použitím účinné ochrany je nezbytné zabránit mechanickému poškození hydroizolací. [1]

K mechanickému namáhání ve skladbách spodní stavby a střešních pláštů může však dojít i vlivem nevhodného způsobu aplikace konstrukční ochrany hydroizolace a dalších vrstev. V důsledku namáhání a vnějších vlivů je pak hydroizolační konstrukce vystavena možnému vzniku poruchy způsobené poškozením povlakové hydroizolační vrstvy, která vede ke snížení hydroizolační spolehlivosti skladby.

Jednou z příčin této poruchy může být mechanické namáhání konstrukce působící skrze prvek skladby s vyšší mechanickou odolností (nopová, profilovaná fólie, která plní drenážní funkci) na prvek s odolností nižší (hydroizolační vrstva).



Obrázek 2-1: Schéma objektu a namáhaných hydroizolačních konstrukcí

Tuto problematiku lze řešit vložení separační vrstvy mezi profilovanou fólii a povlakovou hydroizolaci, která by měla příznivě napomáhat rovnoměrnému roznášení zatížení a minimalizovat stav, kdy by došlo protlačení nopů profilované fólie. Není však s jistotou ověřeno, jak vysoký účinek toto opatření má a zda je schopno eliminovat tento problém.

Ve stavební praxi se můžeme setkat s přístupy, kdy část výrobců profilovaných fólií vložení separační vrstvy doporučuje, část nikoliv, obvykle však na stavbě samotné separační vrstva mezi profilovanou fólii a povlakovou hydroizolaci, vložena není. Tato práce si klade za jeden z dílčích cílů najít odpověď na otázku, který z výše uvedených přístupů je ten správný, tzn. zda je nezbytné separační vrstvu mezi profilovanou fólii a povlakovou hydroizolaci použít.

2.2 Způsob řešení dané problematiky

Na základě zjištění čerpajících z aktuálně dostupných zkušebních postupů, technických listů a materiálů, které přímo souvisí s prvky používanými pro konstrukční ochranu hydroizolací – nopových fólií, bylo zjištěno, že současný stav a vliv těchto prvků na hydroizolační spolehlivost konstrukce není zohledněn a vychází se ze zkušeností, které nejsou dostatečně ověřeny.

Existují měření, které srovnávají nopové fólie na základě dlouhodobého zatížení [2] avšak tato měření nejsou pro stavební praxi relevantní. Důvodem je skutečnost, že byla měřena pouze odolnost zkušebních vzorků nopových fólií v tlaku, až do meze jejich pevnosti, která je výrazně vyšší než odolnost hydroizolačního prvku, který primárně zajišťuje a chrání konstrukci před nežádoucím vnikáním vody. Tímto prvkem je povlaková hydroizolace, na kterou je nutno zohlednit účinky tohoto namáhání.

V současné době je k dispozici evropská norma stanovující charakteristiku a klasifikaci hydroizolačních pásů a fólií pro hydroizolaci střech vzhledem k odolnosti proti statickému zatížení (ČSN EN 12730 [3]). Tato norma a zkušební metody v ní uvedené se však vztahuje výhradně na samotné výrobky a nikoliv na hydroizolační systémy složené z více prvků jako je tomu v případě skladeb s povlakovou hydroizolací a konstrukční ochranou hydroizolace z nopové fólie.

Ověření účinků namáhání povlakových hydroizolací bude řešeno sestavou zkušebního těles se skladbami hydroizolačních systémů. Do sestavy bude vneseno zatížení trvajícím daný časový interval. Jedná se o statickou zatěžovací zkoušku nedestruktivního typu, kdy cílem experimentu není mez únosnosti prvku, ale účinky přetvoření a případný vznik poškození povlakové hydroizolace, která by měla za důsledek pronikání vody do prostoru chráněného stavební konstrukcí a hydroizolačním systémem.

2.3 Terminologie

V práci jsou použity termíny a definice podle ČSN P 73 0600 [4], ČSN 73 1901 [5] a dále tyto termíny a definice:

- Drenážní vrstva – vrstva umožňující odvedení vody.
- Filtrační vrstva – vrstva zachycující jemné podíly sypkých látek vyplavované ze skladby střešního pláště nebo vodou vnášené do skladby střešního pláště.
- 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.
- Hlavní hydroizolační vrstva – vrstva s hlavní hydroizolační funkcí ve stavební konstrukci vystavená přímému namáhání vodou.
- Hydroakumulační vrstva – hydroizolační vrstva jímající vodu v kapalném skupenství v konstrukci, může sloužit např. ke krátkodobému zachycení požadovaného množství vody ve skladbě střechy.
- Hydroizolace – izolace chránící stavební konstrukci nebo její část, popř. vnitřní nebo vnější prostředí, před nežádoucím vnikáním vody. Termín voda zahrnuje vodu ve všech skupenstvích.
- Hydroizolační materiál – stavební materiál výrazně omezující nebo zamezující šíření vody.
- Hydroizolační prvek – stavební prvek (část stavby) zajišťující požadovanou ochranu stavby nebo prostředí proti vodě; má plošnou nebo místní hydroizolační účinnost.
- Hydroizolační konstrukce – plošné nebo prostorové uspořádání hydroizolačních prvků a obklopujících stavebních konstrukcí zajišťující požadovanou hydroizolační funkci stavby nebo její části.
- Hydrofyzikální namáhání – vymezení fyzikální kvality i kvantity působícího vodního prostředí na stavební konstrukce a objekty.
- Hydroizolační princip – způsob ochrany proti vodě.
- Hydroizolační systém – soubor hydroizolačních prvků zajišťující požadovanou hydroizolační ochranu.
- Hydroizolační technika – část stavební techniky řešící ochranu staveb i prostředí před nežádoucím působením vody ve všech skupenstvích i formách výskytu.
- Hydroizolační účinnost – míra propustnosti vody hydroizolační vrstvou nebo konstrukcí.
- Hydroizolační vrstva – plošný hydroizolační prvek.
- Nepropustnost pro vodu – vlastnost prostředí, materiálu nebo konstrukce zamezit šíření vody.
- Ochranná vrstva – vrstva chránící hydroizolační vrstvu, popř. další vrstvy stavební konstrukce, před nepříznivými vlivy prostředí i provozu.
- Podkladní vrstva – vrstva vytvářející vhodný podklad pro hydroizolační vrstvu.

- Povlaková hydroizolace; povlaková hydroizolační vrstva – vrstva nepropustná pro vodu v kapalném i tuhém skupenství v důsledku hydroizolačních vlastností použitých materiálů a hydroizolační celistvosti a spojitosti.
- Porucha hydroizolace – snížení nebo ztráta funkce hydroizolace.
- Propustnost pro vodu – vlastnost prostředí, materiálu nebo konstrukce propouštět vodu.
- Provozní vrstva – vrstva umožňující provozní využití střechy.
- Separální vrstva – vrstva oddělující dvě vrstvy z výrobních, mechanických, chemických nebo jiných důvodů nebo zajišťující přerušení kapilárního transportu vody mezi nenasákavými vrstvami nebo oddělující sypké materiály, které se nemají mezi sebou smísit.
- Skladba hydroizolační vrstvy – uspořádání hydroizolačních a popř. doplňkových materiálů v hydroizolační vrstvě.
- Skladba hydroizolační soustavy – uspořádání vrstev v hydroizolační soustavě.
- Vada hydroizolace – ztráta funkce hydroizolace způsobená chybným návrhem nebo chybným provedením.
- Vegetační vrstva – vrstva určená pro růst rostlin.
- Vodotěsná vrstva – hydroizolační vrstva nepropustná pro vodu v kapalném skupenství.
- Vodotěsnost – nepropustnost pro vodu působící hydrostatickým tlakem.
- Vzduchová vrstva – souvislý dutý prostor vyplněný vzduchem nacházející se mezi vrstvami konstrukce nebo mezi konstrukcí a horninu.

Pro účely práce je v experimentální části práce použita tato základní terminologie:

Otlačení	Oblast povrchu hydroizolace, materiálu, na kterém je možné pozorovat tvar doplňkové vrstvy vzniklé v důsledku vzájemného silového působení od zatížení. Nedochází k porušení povrchu hydroizolace, materiálu.
Otvor	Místo na hydroizolačním pásu, kterým by mohla pronikat voda.
Protlačení	Oblast povrchu hydroizolace, materiálu, na kterém je možné pozorovat tvar doplňkové vrstvy vzniklé v důsledku vzájemného silového působení od zatížení. Dochází k porušení povrchu hydroizolace, materiálu.
Trhlina	Prasklina prostupující vnějším povrchem hydroizolace šířící se k výztužné vložce nebo prostupující celou tloušťkou hydroizolace.
Zkušební sestava	Skupina zkušebních těles vystavená působení zatížení.

Zkušební těleso Segment skladby hydroizolačního systému včetně doplňkových vrstev.

2.4 Hydroizolační principy spodní stavby

Hydroizolační technika, která se zabývá ochrannou staveb a prostředí před působením vody rozlišuje u spodní stavby dva typy izolačních ochran [6]:

- Přímé principy.
- Nepřímé principy.

Přímé principy jsou opatření nebo konstrukce, které zamezují působení vody ve všech skupenstvích na chráněné prostředí či konstrukci. Mezi přímé hydroizolační principy řadíme vzduchové vrstvy nebo dutiny, jednoúčelové (např. povlakové hydroizolace) nebo víceúčelové (např. vodostavebné betony) hydroizolační materiály, elektrokinetické metody atp.

Za nepřímé principy se považuje volba stavebního pozemku, charakter stavby, absence spodního podlaží, úprava okolního terénu, hydroizolační clona, odvodnění pozemku, aplikace drenáže, poloha materiálů v konstrukcích.

Práce se věnuje především přímému hydroizolačnímu principu, kde jsou použity povlakové hydroizolace. Tyto budou popsány v následující kapitole.

2.5 Hydroizolace

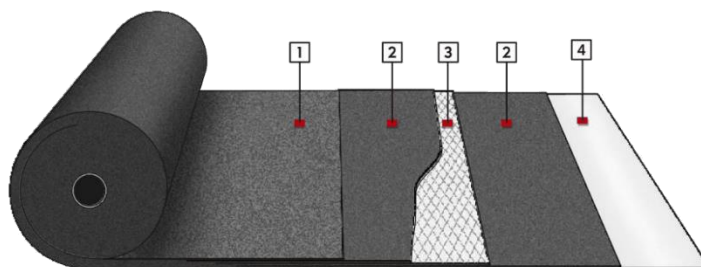
Hydroizolace je druh izolace, která má chránit stavební konstrukci nebo prostředí před možným vniknutím vody v jakémkoliv skupenství.

Druhy hydroizolačních materiálů

Pro povlakové hydroizolace tvořící vodotěsnou vrstvu se v současné době používají dva základní materiálové systémy [7]:

- Syntetické fólie
 - mPVC,
 - TPO,
 - LDPE, HDPE.
- Modifikované asfaltové pásy
 - SBS modifikace,
 - APP modifikace.

Hydroizolační materiály pro povlakové izolace se dodávají v prefabrikované formě pásu nebo fólie. Fóliové materiály jsou ve většině případů homogenní bez výztužných vložek. Asfaltové materiály jsou obvykle opatřeny výztužnou vložkou umístěnou ve středu materiálu (3) a vnější, vnitřní plochy jsou opatřeny posypem (1, 2) nebo tenkými separačními textiliemi (4), viz **Obrázek 2-2**.



Obrázek 2-2: Skladba asfaltového pásu [8]

2.6 Konstrukční ochrana hydroizolace

Hydroizolace je prvek se stěžejní funkcí v hydroizolačním systému, který je potřeba chránit stejně jako konstrukci, a v této kapitole budou popsány běžně používané druhy ochranných vrstev.

2.6.1 Definice konstrukční ochrany hydroizolace

Konstrukční ochranou hydroizolací se rozumí „ochranná vrstva“, která chrání „hydroizolační vrstvu“, resp. „hlavní hydroizolační vrstvu“ a další vrstvy stavební konstrukce, před nepříznivými vlivy prostředí i provozu. [4] Konstrukční ochrana hydroizolace může plnit i funkci tzv. „pomocné hydroizolační vrstvy“, tzn. vrstvy chránící vrstvy stavební konstrukce před technologickou, např. záměsovou vodou. Konstrukční ochrana hydroizolace se dle druhu provedení může řadit mezi nepřímé hydroizolační principy, kterými se snižuje hydrofyzikální namáhání konstrukcí.

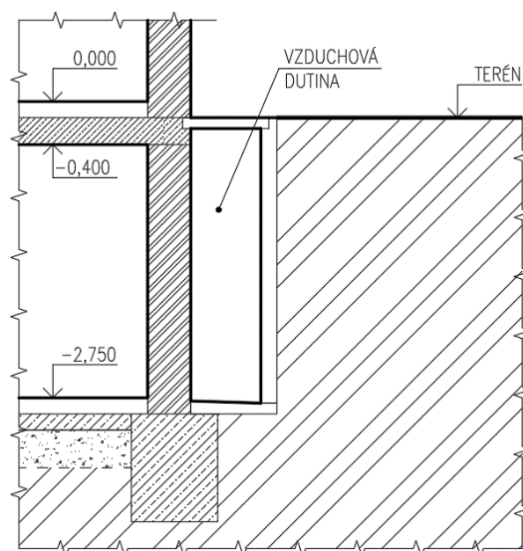
2.6.2 Přehled konstrukčních ochrany hydroizolace

Konstrukční ochrany hydroizolace mohou mít různou podobu i materiálové složení. V kapitole je popsána ochrana, která se používala u historických staveb i ochrany, které se používají v současnosti.

2.6.2.1 Vzduchové vrstvy, dutiny

Za konstrukční ochranu hydroizolace lze považovat řadu opatření, např. za historicky první z těchto opatření mohou být považovány systémy vzduchových dutin v podobě větracích kanálů, šachet umístěných po obvodu budov, zejména historických. Účelem vzduchových dutin je oddělit zdivo budovy od zeminy, která může být

nasycena vodou, a zároveň plní funkci pro snižování vztlínající vlhkosti, příp. pro odvod srážkové vody, která by se mohla vyskytovat v soklové partii staveb. Tyto systémy byly v dané době dostačující, avšak z důvodu záboru okolního prostoru a nutnosti údržby byly v průběhu let mnohdy zasypány zeminou, což mělo za důsledek zvýšení výskytu vlhkosti v obvodovém zdivu těchto budov.

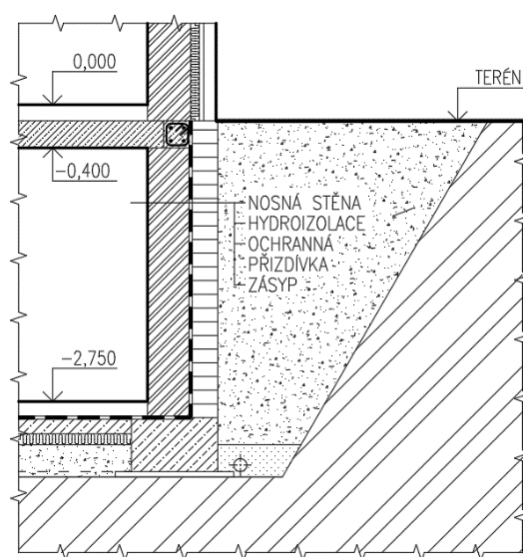


Obrázek 2-3: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – vzduchová dutina

2.6.2.2 Ochranná přizdívka a ochranné desky

Z hlediska vývoje výstavby dochází k tomu, že původní hydroizolační metody našich předků byly nahrazovány novými. To vše díky progresivnímu vývoji nových materiálů, které dokázaly účinně chránit stavbu před vodou při daleko menší tloušťce hydroizolačních systémů.

Tyto systémy sestávaly z povlakových hydroizolací, které dokázaly účinně chránit před vodou, ale zároveň samotné musely být chráněny např. před mechanickým poškozením v průběhu výstavby atp. Příkladem takové konstrukční ochrany hydroizolace může být ochranná přizdívka z cihel, používaná u spodní části stavby, která chránila hydroizolaci před mechanickým poškozením z vnější strany a současně sloužila jako technologický prvek při provádění. V případě technologie se jednalo o napojení vodorovného hydroizolačního povlaku na svislý při použití koutového nebo obráceného spoje.

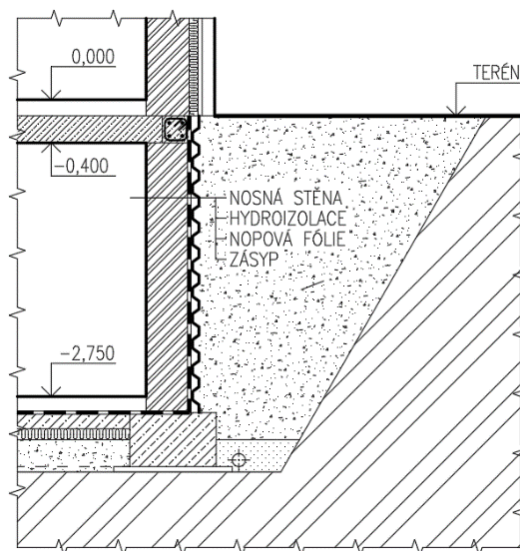


Obrázek 2-4: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – ochranná přizdívka

Ochranná přizdívka z cihel přenáší prvotní namáhání a chrání hlavní svislou hydroizolační vrstvu před poškozením.

2.6.2.3 Nopová fólie (profilovaná fólie)

V současnosti lze pro konstrukční ochranu hydroizolace použít materiály, které plní ve skladbě nejenom funkci ochrannou, ale i další funkce. Příkladem je profilovaná fólie z vysokohustotního polyetylenu (HDPE) s protlačenými výstupky (nopy), kdy fólie slouží jako ochranná vrstva, a distance mezi hlavní hydroizolační vrstvou a vrstvou fólie s výstupky tvoří drenážní vrstvu. Tyto materiály jsou ve stavebnictví známy jako nopové fólie.



Obrázek 2-5: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – nopová fólie

Nopové fólie existují i ve variantě s integrovanou vrstvou textilie, která dle způsobu aplikace ve skladbě může plnit separační nebo filtrační funkci. Profilovaná fólie plní funkci ochrannou a při aplikaci drenážního systému napomáhá ke snižování hydroizolačního namáhání v okolí stavby.



Obrázek 2-6: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – nopová fólie v detailním pohledu (vlevo) a roli, ve které je dodávána [9]

2.6.2.4 Textilie (geotextilie)

Dalším materiálem používaným ve stavebnictví jako konstrukční ochrana je netkaná textilie. Tato může plnit funkci separační, ochrannou, filtrační nebo zpevňující. Netkanou textilií tvoří 100% polypropylen a je zpevněna vpichováním. Textilie se vyrábí v modifikacích s různou plošnou hmotností od 150 g/m² do 1 200 g/m². V pozemním stavitelství se obvykle používá textilie s plošnou hmotností 300 g/m² a 500 g/m².

Textilie chrání např. před mechanickým poškozením v průběhu výstavby nebo odděluje jednotlivé vrstvy hydroizolačního systému z důvodu vzájemného chemického ovlivňování materiálů (např. stykem materiálu hydroizolačního prvku na bázi mPVC s tepelnou izolací z materiálu EPS, XPS dochází k uvolňování rozpouštědel do tepelné izolace a její následné degradaci).



Obrázek 2-7: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – textilie

2.6.2.5 Tepelněizolační vrstva

V současné době jsou kladeny stále vyšší nároky na energetickou hospodárnost nově budovaných stavebních objektů a s tím související problematiku řešení tepelných mostů. Pro eliminaci tepelného mostu u soklové oblasti a tepelnou izolaci suterénního zdiva se používají omezeně nasákavé tepelněizolační materiály s dostatečnou mechanickou odolností, které kromě funkce tepelněizolační plní i funkci ochrannou. Obvykle používanými materiály pro tento účel jsou:

- Desky z extrudovaného polystyrenu (XPS).
- Desky z expandovaného polystyrenu (EPS) vypěňovaného do forem – Perimetr.



Obrázek 2-8: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – deska XPS [10]

Dalšími prvky, které se uplatňují jako konstrukční ochrana hydroizolace, jsou ochranné desky na bázi dřeva nebo drcené pryže, které lze použít i pro ochranu hydroizolace ukládané v horizontálním směru.

2.6.3 Nopová fólie

Nopová fólie je jedním z nejčastěji používaných prvků plnící drenážní funkci a současně i konstrukční ochranu hydroizolace. Lze ji nalézt u většiny staveb aplikovanou na obvodové zdivo suterénu. Z důvodu vyšší odolnosti proti mechanickému namáhání, než je tomu u hydroizolace, se předpokládá, že bude mít vliv na možné poškození hydroizolační vrstvy v důsledku protlačení.

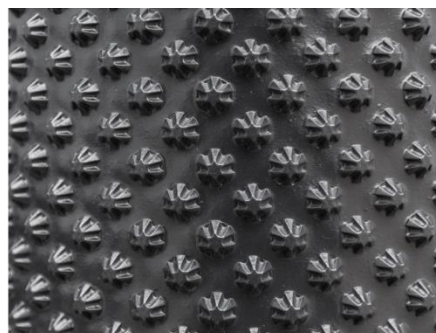
2.6.3.1 Druhy nopových fólií

Nopové fólie jsou nejčastěji vyráběny z vysokohustotního polyetylenu (HDPE), v omezené míře i polyvinylchloridu (PVC) a dodává se v rolích různých šířek. Nopové fólie se vyrábí ve variantách:

- nopů o různé výšce a velikosti,
- nopů s různými tvary (polokouželovitý, hvězdicový tvar),
- s vrstvou nakaširovanou na nopech (polyesterová rohož, plastová mřížka).



polokouželovitý tvar



hvězdicový tvar

Obrázek 2-9: Nopová fólie s polokouželovitým a hvězdicovým tvarem nopů

2.6.3.2 Použití

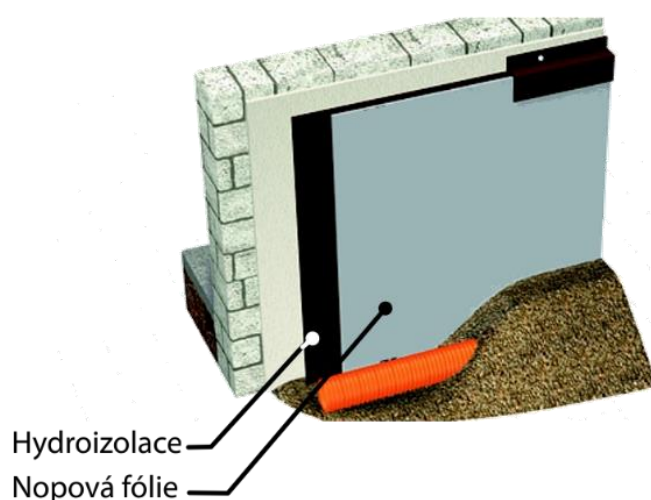
Nopová fólie je v pozemním stavitelství nejčastěji využívána ve skladbách, kdy chrání hlavní hydroizolační vrstvu a zároveň snižuje hydrofyzikální namáhání jako vrstva drenážní, případně plní i další funkce.

Z hlediska velikosti zatížení, které by mohlo vyvolat poškození hydroizolace o nopové fólie se práce bude věnovat následujícím typům skladeb:

- Obvodová stěna suterénu.
- Provozní střecha – Vegetační střecha.

2.6.3.2.1 Obvodová stěna suterénu

Nopová fólie se používá při aplikaci drenážního systému, kdy plní funkci tzv. svislé drenážní vrstvy, která odvádí vodu k objektu do drenážního potrubí umístěného u paty stěny. Tímto je zajištěno, že případná nahromaděná voda v okolním prostředí zasypu stavební jámy, která by jinak mohla vyvolat namáhání tlakem, stéká po svislé ploše stěny a je odvedena pomocí drenážního potrubí mimo stavební objekt, např. do dešťové kanalizace.

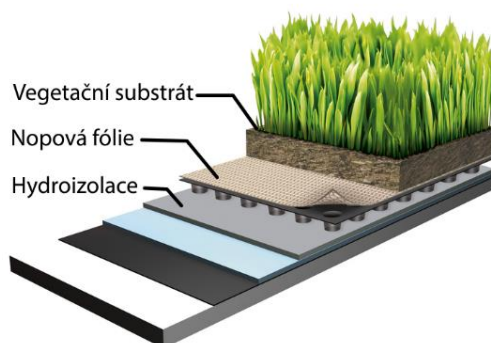


Obrázek 2-10: Příklad skladby obvodové stěny suterénu [11]

Nutno upozornit, že toto opatření se doporučuje aplikovat pouze při umístění objektu nad hladinou podzemní vody v nepropustném horninovém prostředí (hlína, hlinopísčitý písek).

2.6.3.2.2 Provozní střecha – Vegetační střecha

V tzv. zelených střechách je nopová fólie použita pro funkci drenážní i hydroakumulační. Rostliny a vegetace na této střeše vyžadují vláhu, kterou je nutné zadržet, čehož je docíleno prořezem nopů v horní části nopové fólie. Tímto je zajištěno rovnoměrné zadržení vody a v případě navýšení vodní hladiny dochází skrze prořez k odvedení nadbytečné vody do drenážní vrstvy a vnitřních svodů kanalizace. Součástí skladby je netkaná textilie umístěná mezi hydroizolační vrstvou a nopovou fólií z důvodu ochrany hydroizolační vrstvy před protlačením a dále mezi nopovou fólií a vegetačním substrát či zeminu pro zamezení vniknutí nečistot do nopů zadržujících vodu a následně i do drenážní vrstvy.

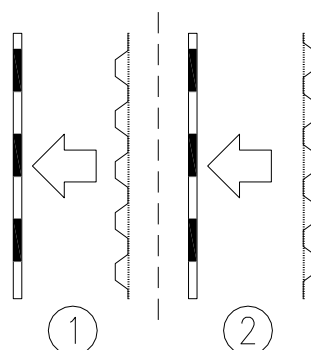


Obrázek 2-11: Příklad skladby provozní – vegetační střechy [12]

2.6.3.3 Způsob zabudování

Ve stavební praxi se lze setkat se dvěma způsoby aplikace nopové fólie na svislé plochy, kdy jsou:

1. nopy orientovány směrem k hydroizolaci,
2. nopy orientovány směrem od hydroizolace.



Obrázek 2-12: Schéma způsobu aplikace nopové fólie

2.6.3.3.1 Orientace nopů směrem k hydroizolaci

Varianta, při níž vznikne vzduchová vrstva mezi hydroizolací a nopovou fólií. Tento způsob aplikace je doporučen v technologických pokynech u většiny dodavatelů nopových fólií. Pro snížení rizika protlačení nopové fólie do hydroizolace lze vložit mezi hydroizolaci a nopovou fólii separační vrstvu z textilie. Nevýhodou vložené separační vrstvy z textilie v případě použití nopové fólie jako svislé drenážní vrstvy, je snížení drenážní kapacity systému.



Obrázek 2-13: Detail zabudování nopové fólie – nopy orientovány k hydroizolaci

2.6.3.3.2 Orientace nopů směrem od hydroizolace

Nopová fólie přilehá větší plochou na hydroizolaci, tzn., mělo by být sníženo riziko protlačení nopové fólie do hydroizolace, avšak mezi hydroizolací a nopovou fólií nevznikne vrstva využitelná např. pro svislou drenáž. U tohoto způsobu aplikace je nutné mezi nopovou fólií a zeminu vložit textilií nebo použít nopovou fólii s integrovanou textilií, která je nakaširována na nopy, tzn. tvoří filtrační vrstvu oddělující nopovou fólii od zeminy, a je tedy zachována drenážní funkce.



Obrázek 2-14: Detail zabudování nopové fólie – nopy orientovány od hydroizolace

V případě aplikace nopové fólie na horizontální plochy jsou nopy orientovány směrem nahoru (od hydroizolace).

2.6.3.4 Odolnost proti mechanickému namáhání

U nopových fólií je pevnost v tlaku zkoušena dle normy ČSN EN ISO 604 [13] na pevnost v tlaku. Pevnost v tlaku nopových fólií se pohybuje v rozmezí 50–400 kN.m⁻².

2.7 Poruchy hydroizolačního systému

Při nevhodném použití konstrukční ochrany z nopové fólie nebo nesprávně zvolené technologii pro její aplikaci může snadno dojít k porušení hydroizolačního systému. Důvodem je skutečnost, že nopová fólie má výrazně vyšší odolnost vůči statickému zatížení než hydroizolační vrstva a vlivem zatížení může docházet k postupnému protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace a jejímu následnému porušení.

U spodní stavby je příkladem takové poruchy např. situace, která vznikla u řadové garáže se zadní stěnou zapuštěnou v terénu. [14] Střecha garáže je pochozí a navazuje na terén. Kvůli zatékání proběhla obnova svislé hydroizolace stěny garáže přiléhající k terénu. Pro hydroizolaci byly použity dvě vrstvy asfaltových pásů tl. 4 mm doplněné svislou drenáží z nopové fólie s výškou nopů 8 mm. Stěna garáže nebyla zateplena a hydroizolace byla aplikována na stěnu, tj. tvrdý podklad. Nopová fólie byla aplikována přímo na hydroizolaci, nopy byly orientovány směrem k hydroizolaci.



Obrázek 2-15: Pohled na stěnu garáže přilehající k zemině

Zhutnění zásypu probíhalo ve vrstvách, jako ochrana byl použit přířez OSB desky, který byl po zhutnění vrstvy zeminy vždy vytažen. Z neznámých důvodů nebylo provedeno řádné zhutnění poslední části zásypu (viz pravou část zásypu).



Obrázek 2-16: Pohled na stěnu garáže a zkonsolidovanou část zásypu

Nezhutněná část zásypu se přirozeně časem zkonsolidovala, čemuž napomohlo i spádování navazujícího terénu k zadní stěně garáže. Po odkrytí zásypu bylo zjištěno, že došlo k poškození hydroizolační vrstvy protlačením nopů do hydroizolace v důsledku hutnění zeminy vibračním pěchem. Další poškození způsobil propad zeminy, který zapříčinil stržení nopové fólie v kontaktu s hydroizolací.



Obrázek 2-17: Poškození hydroizolace způsobené protlačení nopů vlivem hutnění



Obrázek 2-18: Poškození hydroizolace stržením nopové fólie vlivem konsolidace zásyvu

U plochých střech vystavených namáhání od provozu (intenzivní vegetační střecha, pojížděné střecha) lze předpokládat též riziko protlačení od stálého zatížení působící dlouhodobě na nopovou fólii.

3 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Předmětem práce je výzkum věnující se problematice použití nopových folií ve skladbách spodní stavby a střešních pláštů, kdy vlivem nevhodného způsobu aplikace nebo v důsledku namáhání a vnějších vlivů může dojít k poruše povlakové hydroizolační vrstvy od nopové fólie a snížení hydroizolační spolehlivosti skladby. Cílem je zjistit, zda nopová fólie, která je často ve skladbách uvažována jako konstrukční ochrana hydroizolace, plní ochrannou funkci.

Konkrétní cíle práce jsou:

1. Teoretická analýza mechanického působení ... Výpočtově posoudit možnost protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace od zatížení způsobeného zemním tlakem nebo tlakem nadložních vrstev u střechy.
2. Návrh zkušební metodiky experimentální zkoušky, tzn.:
 - a) Navrhnout
 - zkušební tělesa – soustavu skladeb hydroizolačních systémů reprezentující segment provozní střechy a spodní stavby,
 - postup zkoušení zkušebních vzorků pro namáhání od stálého zatížení a zatížení, které působí na zkušební tělesa v důsledku hutnění zeminy.
 - b) Změřit velikosti zatížení od hutnění, které působí na konstrukci i hydroizolační systémy při hutnění zeminy vibrační deskou a vibračním pěchem.
3. Na základě navrženého postupu experimentálně posoudit jednotlivé varianty skladeb hydroizolačních systémů na mechanické poškození hlavní hydroizolační vrstvy od nopové fólie pro:
 - a) účinky statického zatížení, které působí na zkušební tělesa dlouhodobě,
 - b) účinky dynamického zatížení, které působí na zkušební tělesa v důsledku hutnění zeminy.

4 METODY ZPRACOVÁNÍ

Metodika zpracování disertační práce je rozdělena následovně:

Rešerše

Úvod do problematiky, analýza a souhrn aktuálních poznatků. Konzultace s odborníky z oboru a prezentace problematiky na konferencích a seminářích.

Teoretická analýza

Teoretický rozbor faktorů, které mohou mít vliv na protlačení nopové folie do povlakové hydroizolace. Stanovení velikosti stálého zatížení a výpočtové posouzení možného protlačení nopové fólie do povlakové izolace (viz kapitolu 5).

Experimentální část

Návrh zkušební metodiky pro ověřování mechanické odolnosti skladeb s nopovými fóliemi. Příprava zkušebních vzorků a realizace experimentu. Vyhodnocení zkoušených vzorků a zhodnocení vad povlakových hydroizolací (viz kapitolu 7).

Shrnutí a doporučení

Shrnutí, doporučení a závěry pro stavební praxi a uvedení dalších možností a rozvoje výzkumného tématu (viz kapitoly 8 a 9).

5 TEORETICKÁ ANALÝZA MECHANICKÉHO NAMÁHÁNÍ A ODOLNOSTI SYSTÉMU

5.1 Faktory ovlivňující mechanické poškození povlakové hydroizolace od nopové fólie

U hydroizolačních systémů s povlakovými hydroizolacemi a nopovými fóliemi a možné porušení hydroizolace protlačením může být ovlivněno následujícími faktory:

Primární vlivy ... souvisí s volbou materiálů a uspořádáním jednotlivých vrstev.

- Odolnost materiálu proti statickému zatížení.
- Orientace nopů vůči povlakové hydroizolaci.
- Tuhost podkladu povlakové hydroizolace.
- Použití separačních vrstev.

Sekundární vlivy ... vnější vlivy, které působí na hydroizolační soustavu nebo jsou spojeny s její realizací.

- Statické účinky zatížení:
 - dlouhodobé,
 - krátkodobé.
- Dynamické účinky zatížení od stavební mechanizace při hutnění zásypu.
- Nevhodný způsob ukládání zeminy zásypu.
- Konsolidace, sedání zásypu.
- Tepelné namáhání obvodového pláště.
- Technologický způsob realizace hydroizolačního systému.

5.2 Analýza namáhání konstrukcí

5.2.1 Zatížení

Problematiku zatížení při statickém návrhu řeší norma ČSN EN 1991-1-1 [15], pro potřeby disertační práce a názornost je však problematika vyložena podle ČSN 73 0035 [16]. [17]

Podle odezvy konstrukce rozlišujeme:

- statické zatížení,
- dynamické zatížení.

Podle proměnnosti v čase rozlišujeme:

- Stálé zatížení (působí trvale, př.: vlastní tíha konstrukce; tlaky hornin, sypkých hmot nebo vody; předpětí).
- Nahodilé zatížení (nepůsobí trvale, př.: zatížení od provozu, strojů, vybavení, motorových vozidel, klimatických účinků, změny teplot, vynucených přetvoření apod.).
- Mimořádné zatížení (výjimečný výskyt, př.: zemětřesení, seizmické účinky, výbuch apod.).

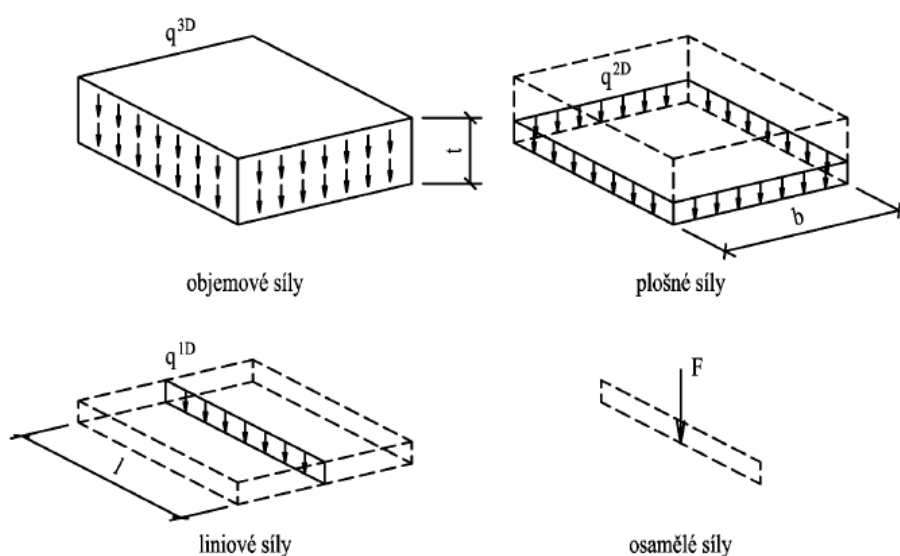
Pro potřeby výpočtů a posuzování konstrukcí se používají tzv. charakteristická zatížení upravená pomocí dílčích součinitelů. Výpočtová hodnota F_d zatížení se stanoví jako součin součinitele zatížení γ_f a normové hodnoty zatížení F_n . Součinitel zatížení reprezentuje náhodné odchylky zatížení od normových hodnot.

$$F_d = \gamma_f \cdot F_n \quad (1)$$

Vnější síly působící na konstrukci se rozlišují podle idealizované dimenze na:

- Objemové síly q^{3D} [$\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$].
- Plošné síly q^{2D} [$\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$].
- Liniové síly q^{1D} [$\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$].
- Osamělé síly F [kN].

Síly jsou popsány viz **Obrázek 5-1**.



Obrázek 5-1: Spojité a osamělé síly [16]

Vztahy pro přepočty sil:

$$q^{2D} = q^{3D} \cdot t \quad (2)$$

$$q^{1D} = q^{2D} \cdot b \quad (3)$$

$$F = q^{2D} \cdot l \quad (4)$$

t ... zatěžovací tloušťka.

b ... zatěžovací šířka.

l ... zatěžovací délka.

V práci je uvažováno se stálým statickým zatížením a jeho charakteristickou hodnotou nepřenásobenou součinitelem zatížení z důvodu možnosti verifikace hodnot zatížení při zkoušení těles.

5.2.2 Namáhání

Příklad provozních vlivů a druhů namáhání povlakové hydroizolace:

- Pokládka stavebních materiálů (tepelněizolační vrstvy, ochranná betonová mazanina, kamenivo).
- Pohyb stavební mechanizace (doprava materiálů pomocí stavebních koleček).
- Provádění výztuže nad úrovní hydroizolace nebo v blízkosti svislé hydroizolace.
- Ukládání a hutnění zeminy v zásypech po obvodu stavby.

Opomíjeným faktorem je vliv technologie hutnění na hydroizolační systémy. Hutnění zasypávané zeminy provádíme s cílem zvýšit její únosnost, smykovou pevnost a současně snížit míru stlačitelnosti a propustnosti zeminy. Tímto se eliminuje případný sesuv zeminy, avšak zároveň se zvýší boční tlak působící na konstrukci. Rázový účinek, vibrace vyvolané hutními stroji je dynamické zatížení, jehož účinek a velikost není znám a ověřen. Z tohoto důvodu bude realizován v rámci práce experiment, který si klade za cíl zjistit velikost zatížení od hutnění.

Pro hutnění zásypu zeminy se používají následující hutnící stroje:

- Vibrační válce.
- Vibrační desky.
 - Jednosměrné.
 - Obousměrné (reverzní).

- Vibrační pěchy.

V podmínkách pozemních staveb, kdy je hutněn zásyp zeminy kolem obvodové stěny suterénu se lze setkat s využitím vibrační desky a vibračního pěchu.



Obrázek 5-2: Hutnicí stroj – vibrační deska [18]

Vibrační deska má vysoký hutnicí účinek. Plotna vibrační desky je ocelová nebo ocelolitinová, na ní je umístěn vibrátor. Deska se pohybuje pomocí vibrací a zároveň vnáší vibrace do hutněného materiálu.

Parametry: hmotnost 100–1 000 kg, hutnicí síla 10–100 kN.



Obrázek 5-3: Hutnicí stroj – vibrační pěch [19]

Vibrační pěch má nižší hutnicí účinek, je možné jej však použít v hůře dostupných prostorech, např. výkopech. Šířka hutnicí patky je obvykle 300 mm a pro hutnění využívá rázový účinek na hutněný materiál.

Parametry: hmotnost: 60–90 kg, hutnicí síla 10–25 kN.

5.3 Mechanická odolnost hydroizolací

Pevnostní vlastnosti hydroizolačních materiálů při mechanickém namáhání souvisí s odolností proti (norma popisující zkušební metodu):

- statickému zatížení (EN 12730),
- statickému protržení (EN ISO 12236),
- nárazu (EN 12691),
- protrhávání (dřík hřebíku) podélně / příčně (ČSN EN 12310-1),
- protrhávání podélně / příčně (EN 12310-2).

Uvedené normy jsou určeny pro stanovení charakteristik hydroizolačních pásů a fólie, ve stavební praxi se však setkáme s obecným doporučením pro dovolené zatížení povlakových hydroizolačních materiálů.

Dovolené zatížení povlaků podle cechu klempířů a pokrývačů [20] uvádí, že napětí v tlaku nemá u asfaltových povlaků z modifikovaných pásů překročit 0,5 MPa při teplotě 20 °C. U fóliových povlaků je přípustné větší mechanické namáhání. Napětí v tlaku u fóliových povlaků nesmí překročit 5,0 MPa při teplotách do 20 °C, pokud výrobce nestanoví jinak.

Toto doporučení, požadavek specifikuje blíže ČSN P 73 0606 [21]: Pokud není stanoveno výrobcem jinak, nesmí při hydrofyzikálním namáhání asfaltových izolací z klasických oxidovaných asfaltů tlakem konstrukce mít za teplot do 20 °C vyšší hodnotu než 0,5 MPa. Nesmí mít bodový, ale plošný charakter. U izolací z modifikovaných asfaltů, syntetických polymerů a silikátových materiálů stanoví dovolené namáhání výrobce. Hydrofyzikální namáhání povlakových hydroizolací z plastových nebo elastových fólií tlakem konstrukce nesmí mít hodnotu vyšší než 5,0 MPa.

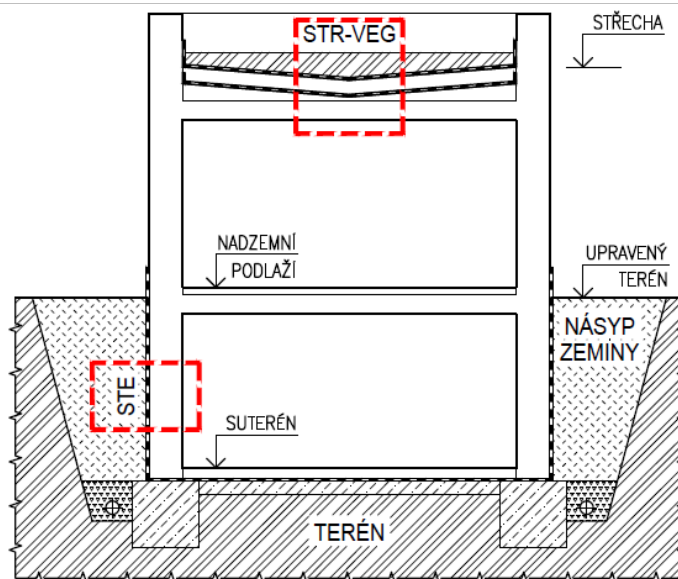
5.4 Výpočtové posouzení protlačení

Cílem této kapitoly je výpočtové posouzení protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace od zatížení vyvolaného zemním tlakem.

5.4.1 Skladby konstrukcí

Na základě skladeb používaných ve stavební praxi [22], [23] byly stanoveny následující skladby za rizikové z hlediska poškození povlakové hydroizolace vlivem mechanického namáhání od nopových fólií:

Ozn. skladby	Název skladby
STR-VEG	Provozní střecha – vegetační střecha (intenzivní)
STE	Obvodová stěna suterénu

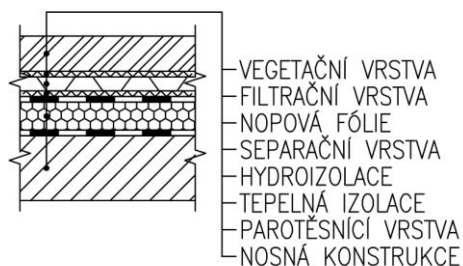


Obrázek 5-4: Schéma objektu a řešených skladeb konstrukcí

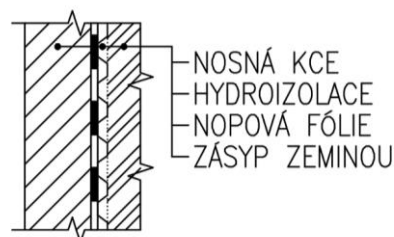
Pro povlakové hydroizolace se ve stavebnictví používají hydroizolační pásy z asfaltu a fóliové hydroizolace. Jelikož se tyto povlakové hydroizolace vzájemně liší v parametrech mechanické odolnosti, je v práci uvažováno s oběma materiálovými variantami.

Tabulka 5-1: Seznam variant skladeb konstrukcí

Označení	Varianta
STR-VEG-150	Provozní střecha s vegetační vrstvou tl. 150 mm
STR-VEG-250	Provozní střecha s vegetační vrstvou tl. 250 mm
STR-VEG-350	Provozní střecha s vegetační vrstvou tl. 350 mm
STE-3m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 3 m
STE-4m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 4 m
STE-5m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 5 m
STE-6m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 6 m
STE-7m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 7 m
STE-8m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 8 m
STE-9m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 9 m
STE-10m	Obvodová stěna suterénu s výškou zásypu 10 m



Obrázek 5-5: Schéma skladby STR-VEG

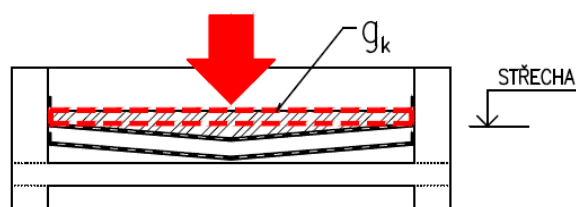


Obrázek 5-6: Schéma skladby STE

5.4.2 Způsob stanovení zatížení

5.4.2.1 Zatížení na střešní konstrukci

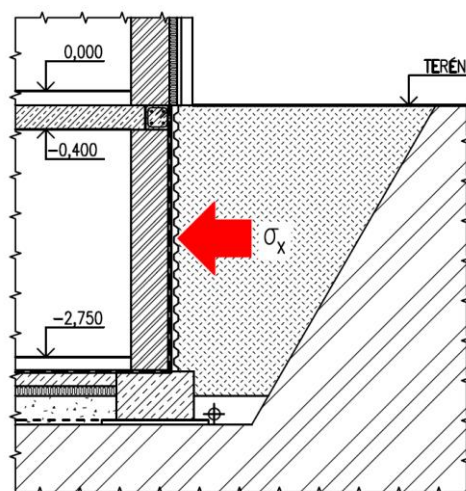
Zatížení působících na nopovou fólii a povlakovou hydroizolaci ve skladbě vegetační střechy je stanovena na základě objemových nebo plošných hmotností, které jsou uvedeny v technických parametrech použitých materiálů. Hmotnost ρ je převedena na zatížení (tíhu) g_k pomocí tíhového zrychlení $g = 0,01 \text{ kN.kg}^{-1}$.



Obrázek 5-7: Působení zatížení na střešní konstrukci

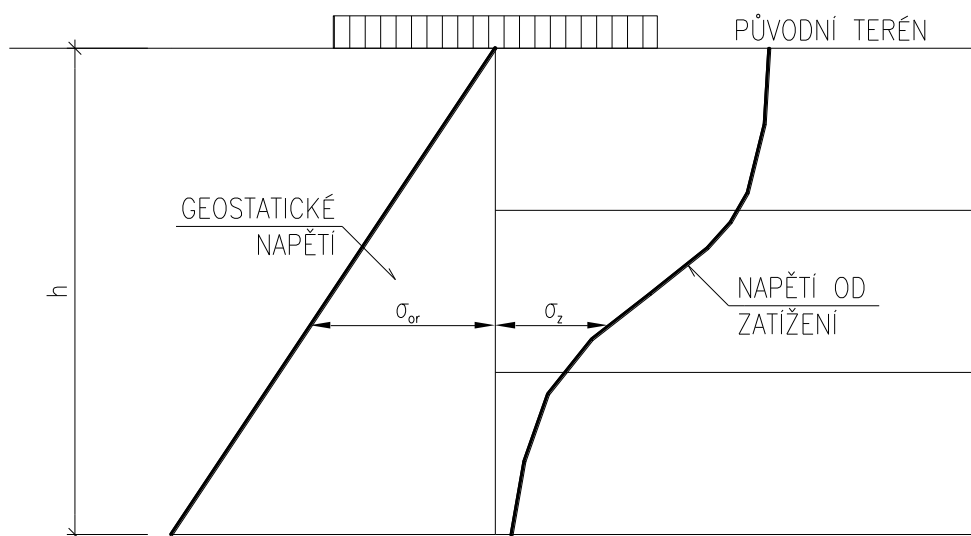
5.4.2.2 Zatížení na obvodovou stěnu suterénu

Zatížení působící na nopovou fólii a povlakovou hydroizolaci je vyvozeno od stálého tlaku horniny, která vlastní tíhou vyvolává geostatické napětí. Při výpočtu se vycházelo ze vztahů ČSN 73 0037. [24]



Obrázek 5-8: Působení zatížení na obvodovou stěnu suterénu

Napětí geostatické σ_{or} vzrůstá lineárně s hloubkou, kdežto napětí od zatížení σ_z se s hloubkou snižuje.



Obrázek 5-9: Napětí v základové půdě

σ_{or} ... geostatické napětí

σ_z ... napětí od zatížení

Geostatické napětí σ_{or} – původní napětí

Svislé napětí od vlastní tíhy zeminy neboli napětí původní je dáno tíhou zeminy v uvažované hloubce h .

pro homogenní podloží platí

$$\sigma_{or_z} = \gamma \cdot h \text{ [kPa]} \quad (5)$$

pro vrstevnaté podloží platí

$$\sigma_{or_z} = \sum \gamma_i \cdot h_i \text{ [kPa]} \quad (6)$$

γ ... objemová tíha zeminy

h ... hloubka

Geostatické napětí na vnější straně konstrukce vyvolané tíhou zeminy je působení tzv. zemního tlaku. Jedná se o případ, kdy na sebe navzájem působí zemina a stavební konstrukce.

Rozlišujeme tři druhy tlaků:

1. Zemní tlak v klidu
2. Aktivní zemní tlak
3. Pasivní zemní tlak

Pro výpočet napětí působícího na nopovou fólii a povlakovou hydroizolaci se vychází z předpokladu, že podkladní nosná konstrukce je dostatečně pevná a tuhá, tzn. že je zaručena nulová deformace konstrukce. Sledujeme tedy vodorovné napětí σ_{or_x} , kdy pro homogenní podloží platí:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} \cdot [\sigma_x - \nu \cdot (\sigma_z + \sigma_x)] \quad (7)$$

ε_x ... poměrná deformace (přetvoření)

E ... modul pružnosti

ν ... Poissonův součinitel (Poissonovo číslo)

Položíme-li $\varepsilon_x = 0$, tzn. že nedochází k deformaci a za předpokladu $\sigma_y = \sigma_x$, dostaneme

$$0 = \frac{1}{E} \cdot [\sigma_x - \nu \cdot \sigma_z + \nu \cdot \sigma_x] \quad (8)$$

$$\sigma_x = \sigma_z \cdot \frac{\nu}{1 - \nu} \quad (9)$$

$$K_r = \frac{\nu}{1 - \nu} \quad (10)$$

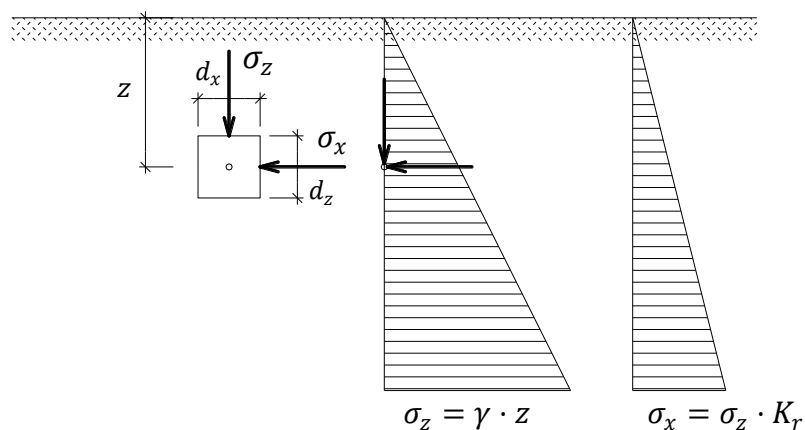
$$\nu = \frac{1}{m} \quad (11)$$

K_r ... součinitel zemního tlaku

m ... Poissonova konstanta

Vodorovné napětí lze vyjádřit jako lineární funkci σ_z

$$\sigma_x = \sigma_z \cdot K_r \quad (12)$$



Obrázek 5-10: Průběh geostatického napětí

K_r ... součinitel zemního tlaku

Pro soudržné zeminy:

$$K_r = \frac{\nu}{1 - \nu} \quad (13)$$

Pro nesoudržné zeminy:

$$K_r = 1 - \sin \varphi_{ef} \quad (14)$$

φ_{ef} ... úhel vnitřního tření zeminy (efektivní)

Součinitel K_r závisí na vlastnostech prostředí. V kapalinách je $K_r = 1$ (hydrostatický tlak $\sigma_x = \sigma_z$). V zeminách, které mají smykovou pevnost a jsou normálně konsolidované $K_r < 1$. Pouze u překonsolidovaných zemin může být $K_r > 1$.

Tabulka 5-2: Hodnoty součinitelů pro vybrané druhy zemin

	ν	m	K_r
zeminy štěrkovité	0,2–0,25	4,0–5,0	0,25–0,33
zeminy písčité	0,3	3,3	0,43
zeminy soudržné	0,35–0,4	2,8–2,5	0,54–0,67

5.4.3 Výpočet zatížení

5.4.3.1 Provozní střecha – vegetační střecha

Tabulka 5-3: Výpočet stálého zatížení – Provozní střecha

Označení	Materiál	Referenční výrobek	Tloušťka [mm]	Rozměry		Hmotnost		Zatížení
				Zatěžovací tloušťka	Zatěžovací šířka	plošná	objemová	Char. hodnota zatížení
				t [m]	b [m]	ρ_1 [kg.m ⁻²]	ρ_2 [kg.m ⁻³]	g_k [kN.m ⁻²]
STR-VEG-150	Vegetační substrát	DEK RNSO 80	150,0	0,150	1,000	-	850,000	1,275
	Geotextilie	FILTEK 200		-	1,000	0,200	-	0,002
	Nopová fólie s perforacemi v horním povrchu	DEKDREN T20 GARDEN	20,0	0,020	1,000	1,000	-	0,000
	Geotextilie	FILTEK 300		-	1,000	0,300	-	0,003
				Celkem zatížení stálé $g_k = 1,280$				
STR-VEG-250	Vegetační substrát		250,0	0,250	1,000	-	1000,000	2,500
	Geotextilie	FILTEK 300		-	1,000	0,300	-	0,003
	Nopová fólie s perforacemi v horním povrchu	DEKDREN T20 GARDEN	20,0	0,020	1,000	1,000	-	0,000
	Geotextilie	FILTEK 300		-	1,000	0,300	-	0,003
				Celkem zatížení stálé $g_k = 2,506$				
STR-VEG-350	Vegetační substrát	DEK S 300	350,0	0,350	1,000	-	950,000	3,325
	Geotextilie	FILTEK 300		-	1,000	0,300	-	0,003
	Nopová fólie s perforacemi v horním povrchu	DEKDREN T20 GARDEN	20,0	0,020	1,000	1,000	-	0,000
	Geotextilie	FILTEK 300		-	1,000	0,300	-	0,003
				Celkem zatížení stálé $g_k = 3,331$				

5.4.3.2 Obvodová stěna suterénu**Výpočet zemního tlaku****Vstupní údaje**

Typ zeminy	...	soudržná
Druh zeminy	...	F4 – Hlína písčitá
Poissonovo číslo	...	$\nu = 0,35$
Objemová tíha zeminy	...	$\gamma = 18,00 \text{ kN.m}^{-3}$
Výška zatížené části kce	...	$h = 3,00 \text{ m}$

Součinitel zemního tlaku

$$K_r = \frac{\nu}{1 - \nu} = \frac{0,35}{1 - 0,35} = 0,538$$

Napětí od zatížení – svislé

$$\sigma_z = \gamma \cdot h = 18,00 \cdot 3,00 = 54,000 \text{ kN.m}^{-2}$$

Napětí od zatížení – vodorovné

$$\sigma_x = \sigma_z \cdot K_r = 54,000 \cdot 0,538 = 29,052 \text{ kN.m}^{-2}$$

Velikost napětí, které působí na svislý rub stavební konstrukce zatížené na plnou výšku h (výška zatížené části konstrukce h je totožná s výškou zeminy za rubem konstrukce) je **29,052 kN.m⁻²**.

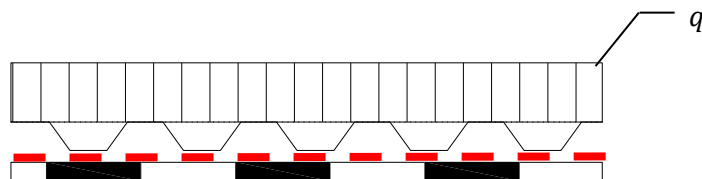
Pro porovnání nárůstu zatížení při různé výšce byl proveden výpočet i pro další hodnoty výšky h , viz **Tabulka 5-4**.

Tabulka 5-4: Hodnoty zatížení zemním tlakem v závislosti na výšce h

Výška zatížené části konstrukce	Napětí - svislé	Napětí - vodorovné
h	σ_z	σ_x
[m]	[kN.m ⁻²]	[kN.m ⁻²]
3,000	54,000	29,052
4,000	72,000	38,769
5,000	90,000	48,462
6,000	108,000	58,154
7,000	126,000	67,846
8,000	144,000	77,538
9,000	162,000	87,231
10,000	180,000	96,923

5.4.3.3 Přepočet zatížení

Vypočítané zatížení q působí na nopovou fólii, která však díky výstupkům (nopům) nemá konstantní tloušťku a nedosedá na hydroizolaci celou plochou. V obecné fyzice platí, že při působení stejné tlakové síly je tlak tím větší, čím menší je styčná plocha. Z tohoto důvodu je nutné přepočítat zatížení q působící na nopovou fólii na odpovídající velikost pro styčnou oblast nopu a povlakové hydroizolace. Hodnota koeficientu pro přepočet zatížení je stanovena na základě podílu uvažované plochy nopové fólie ku ploše nopů, které se v této ploše vyskytují.



Obrázek 5-11: Schéma s vyznačením roviny styčných ploch nopů

Tabulka 5-5: Hodnoty koeficientu pro přepočet zatížení v oblasti styčných ploch

Typ nopové fólie		T20 GARDEN	N8
Průměr nopu d	[m]	0,02	0,01
Plocha nopu	[m ²]	0,000314	0,000079
Počet nopů	[ks.m ⁻²]	400	1840
Plocha nopů v 1 m ²	[m ²]	0,126	0,145
Podíl plochy nopů ku ploše vzorku	[%]	12,566	14,451
Koeficient pro přepočet zatížení v oblasti styčných ploch	[-]	7,958	6,920

5.4.3.4 Přehled zatížení

V jednotlivých tabulkách jsou uvedeny hodnoty zatížení působící na nopovou fólii a zatížení ve styčné ploše mezi nopovou fólií a povlakovou hydroizolací.

Provozní střecha – vegetační střecha*Tabulka 5-6: Přehled zatížení pro provozní střechu*

Označení		STR-VEG-150	STR-VEG-250	STR-VEG-350
Zatížení působící na nopovou fólii	[kN.m ⁻²]	1,280	2,506	3,331
Koeficient pro přepočet zatížení přenášeného nopy	[-]	7,958	7,958	7,958
Zatížení ve styčné ploše	[kN.m ⁻²]	10,188	19,944	26,510
	[MPa]	0,010	0,020	0,027
Zatížení v místě nopy	[kN]	0,003	0,006	0,008

Obvodová stěna suterénu*Tabulka 5-7: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 1*

Označení		STE-3m	STE-4m	STE-5m
Výška násypu	[m]	3,000	4,000	5,000
Zatížení působící na nopovou fólii	[kN.m ⁻²]	29,052	38,769	48,462
Koeficient pro přepočet zatížení přenášeného nopy	[-]	6,920	6,920	6,920
Zatížení ve styčné ploše	[kN.m ⁻²]	201,040	268,281	335,357
	[MPa]	0,201	0,268	0,335
Zatížení v místě nopy	[kN]	0,016	0,021	0,026

Tabulka 5-8: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 2

Označení		STE-6m	STE-7m	STE-8m
Výška násypu	[m]	6,000	7,000	8,000
Zatížení působící na nopovou fólii	[kN.m ⁻²]	58,154	67,846	77,538
Koeficient pro přepočet zatížení přenášeného nopy	[-]	6,920	6,920	6,920
Zatížení ve styčné ploše	[kN.m ⁻²]	402,426	469,494	536,563
	[MPa]	0,402	0,469	0,537
Zatížení v místě nopy	[kN]	0,032	0,037	0,042

Tabulka 5-9: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 3

Označení		STE-9m	STE-10m
Výška násypu	[m]	9,000	10,000
Zatížení působící na nopovou fólii	[kN.m ⁻²]	87,231	96,923
Koeficient pro přepočet zatížení přenášeného nopy	[-]	6,920	6,920
Zatížení ve styčné ploše	[kN.m ⁻²]	603,639	670,707
	[MPa]	0,604	0,671
Zatížení v místě nopy	[kN]	0,047	0,053

5.4.4 Teoretické hodnocení odolnosti hydroizolací na protlačení

Na základě výpočtu hodnot stálého statického zatížení pro jednotlivé varianty skladeb lze konstatovat, že k překročení dovoleného zatížení povlakových hydroizolací a zvýšeného rizika protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace může dojít v případě povlakových izolací z asfaltových pásů použitých pro hydroizolaci obvodové stěny suterénu při výšce zásypu větší jak 7 m (dovolená hodnota namáhání 0,5 MPa při teplotě 20 °C).

Tabulka 5-10: Posouzení statických účinků

Označení	Hydroizolace	Výška násypu [m]	Nopová fólie Pevnost v tlaku [kN.m ⁻²]	Hydroizolace		Zatížení		
				Odolnost proti statickému zatížení [kg]	Dovolené zatížení [MPa]	Charakteristické [MPa]	Ve styčné ploše [MPa]	V místě nopy [kg]
STR-VEG-150	mPVC fólie	0,15	150	20	5,0	0,001	0,010	0,3
STR-VEG-150	Asfaltové pásy	0,15	150	20	0,5	0,001	0,010	0,3
STR-VEG-250	mPVC fólie	0,25	150	20	5,0	0,003	0,020	0,6
STR-VEG-250	Asfaltové pásy	0,25	150	20	0,5	0,003	0,020	0,6
STR-VEG-350	mPVC fólie	0,35	150	20	5,0	0,003	0,027	0,8
STR-VEG-350	Asfaltové pásy	0,35	150	20	0,5	0,003	0,027	0,8
STE-3m	mPVC fólie	3,00	250	–	5,0	0,029	0,201	1,6
STE-3m	Asfaltové pásy	3,00	250	10	0,5	0,029	0,201	1,6
STE-7m	mPVC fólie	7,00	250	–	5,0	0,068	0,469	3,7
STE-7m	Asfaltové pásy	7,00	250	10	0,5	0,068	0,469	3,7
STE-8m	mPVC fólie	8,00	250	–	5,0	0,078	0,537	4,2
STE-8m	asfaltové pásy	8,00	250	10	0,5	0,078	0,537	4,2

5.4.5 Shrnutí teoretického hodnocení a praktických poznatků

Posouzením výpočtových hodnot statických účinků se jeví, že u běžných staveb menšího rozsahu (garáže, rodinné domy apod.) by nemělo docházet k mechanickému poškození vlivem protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace. Vychází se z předpokladu, že u staveb menšího rozsahu je výška suterénu, tzn. výška zásypu, cca 3 m a k možnému protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace by mělo docházet až u zásypu výšky 7 m a výše (platí pro hydroizolaci z asfaltových pásů), viz kapitola 5.4.4. Ve stavební praxi se však lze setkat s poruchami hydroizolačního systému a mechanickým poškozením hydroizolace již u zásypů výšky 2,5–3 m.

Při teoretickém posouzení odolnosti hydroizolace na protlačení od nopové fólie se předpokládá, že nedochází k borcení stěn nopu. Ze stavební praxe však víme, že k borcení dochází, a takto vzniklá plocha, hrana nopu může poškodit hydroizolaci.

Jelikož výše uvedené jevy nelze podrobně teoreticky popsat, je přistoupeno k realizaci experimentálních zkoušek, které si kladou za cíl ověřit účinky zatížení na jednotlivé varianty skladeb hydroizolačních systémů.

6 NÁVRH EXPERIMENTÁLNÍCH ZKOUŠEK

Experimentální zkoušky byly realizovány pro případy působení

- dlouhodobého statického zatížení,
- krátkodobého statického zatížení, kdy dochází k deformaci nopů,
- krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy.

6.1 Základní informace

Materiál použitý pro výrobu zkušebních těles poskytla společnost Stavebniny DEK a.s. Technické vybavení pro měření a zkoušení bylo realizováno na přístrojích Fakulty stavební VUT v Brně (VUT FAST). Experimentální části byly realizovány v prostorách skladů společnosti Stavebniny DEK a.s. v Brně nebo na VUT FAST.

6.2 Příprava zkušebních sestav

Pro potřeby experimentálních zkoušek bylo uvažováno s několika sestavami k zjištění vlivu zatížení na zkušební tělesa. Tyto sestavy se na základě vyhodnocení vlivu na zkušební tělesa optimalizovaly za účelem efektivního využití prostor a dostupné techniky.

6.2.1 Zatížení statické dlouhodobé

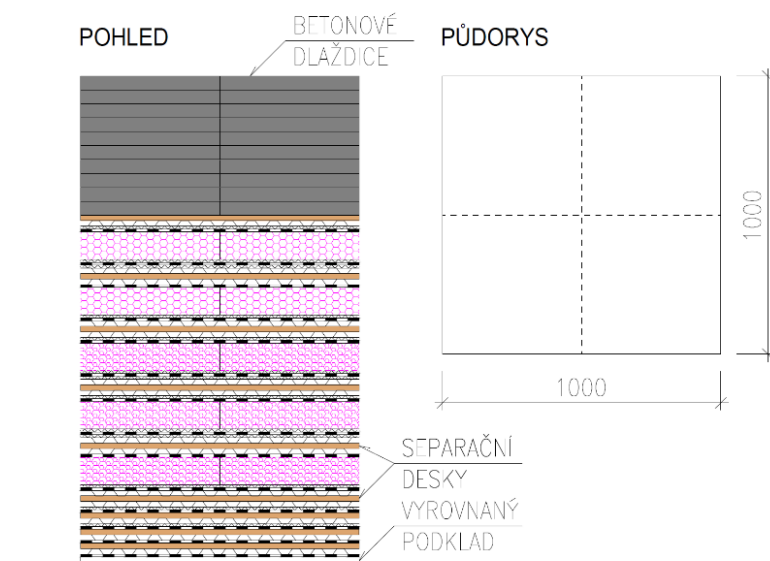
V experimentu je nutno zohlednit velkou variabilitu skladeb, na které by působilo dlouhodobě stálé zatížení, které by odpovídalo ekvivalentu zatížení v reálných podmínkách. Pro tyto účely byla použita zkušební sestava, která vyžaduje umístění na dostatečné únosnou vodorovnou konstrukci s vyrovnaným povrchem. Na takto připravený povrch jsou postupně vrstveny dřevotřískové desky (OSB), mezi které jsou vkládány jednotlivé varianty zkušebních těles. Zatížení tvoří betonové dlaždice umístěné v úrovni horní části sestavy. Pro experiment jsou použity dlaždice BEST – PLATEN, rozměr 500×500×50 mm, barva přírodní, povrch standardní, průměrná hmotnost jedné dlaždice 2,952 kg.

Hmotnost dlaždice byla stanovena na základě měření, viz **Tabulka 6-1**.

Tabulka 6-1: Měření hmotnosti dlaždice

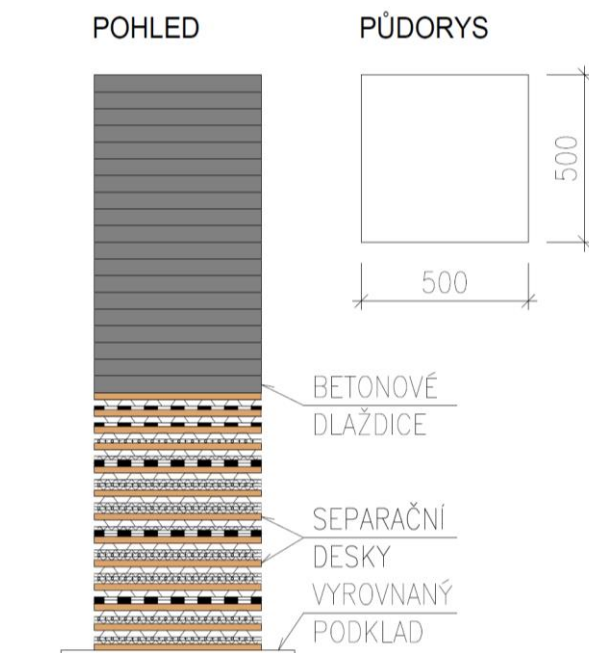
Ozn. měření	Hmotnost [g]	Odchylka	Ozn. měření	Hmotnost [g]	Odchylka
1	2935,0	170	36	2940,0	120
2	2907,0	450	37	2950,5	15
3	2931,5	205	38	2969,5	175

4	2974,5	225	39	2947,5	45
5	2967,5	155	40	2914,5	375
6	2969,0	170	41	2952,5	5
7	2990,0	380	42	2972,0	200
8	2911,5	405	43	2975,5	235
9	2955,5	35	44	2941,0	110
10	2925,0	270	45	2985,0	330
11	3003,0	510	46	2897,0	550
12	2957,0	50	47	2918,0	340
13	2968,0	160	48	2967,5	155
14	2934,0	180	49	2944,5	75
15	2890,0	620	50	2971,5	195
16	2932,0	200	51	2935,0	170
17	2968,0	160	52	2984,0	320
18	2945,0	70	53	2896,0	560
19	3005,0	530	54	2941,5	105
20	2913,0	390	55	2971,5	195
21	2959,5	75	56	3011,5	595
22	2975,0	230	57	2980,0	280
23	2993,5	415	58	3018,5	665
24	2977,0	250	59	2926,5	255
25	2894,0	580	60	2966,5	145
26	2933,5	185	61	2949,0	30
27	2971,5	195	62	2977,0	250
28	2987,5	355	63	2942,5	95
29	2939,0	130	64	2992,0	400
30	2903,5	485	65	2910,5	415
31	2942,0	100			
32	2950,0	20			
33	2965,0	130			
34	2966,0	140			
35	2890,5	615			
Výsledky měření	Hmotnost – Průměrná hodnota				2952,0 g
	Hmotnost – Směrodatná odchylka				309 g



Obrázek 6-1: Schéma zkušební sestavy rozměru 1 000×1 000 mm

U první zkoušky je stanoven minimální rozměr zkušební sestavy 1 000×1 000 mm, přičemž je sestava rozdělena do čtyř polí (sektorů). V případě, že účinky na zkušební tělesa budou v jednotlivých polích shodné, další uvažovaná zkušební sestava může mít rozměry 500×500 mm.

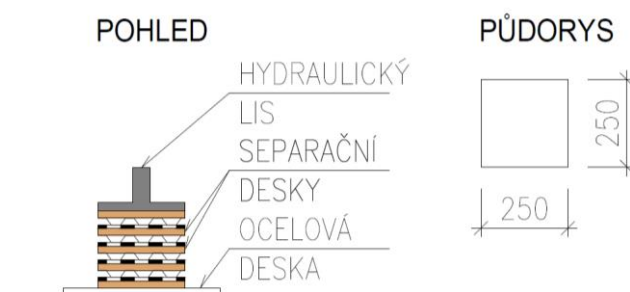


Obrázek 6-2: Schéma zkušební sestavy rozměru 500×500 mm

Zatěžovací zkouška je prováděna na zkušebních tělesech, které zahrnují varianty skladeb s tuhým a měkkým podkladem pod povlakovou hydroizolací. Tuhý podklad reprezentuje variantu skladby s povlakovou hydroizolací aplikovanou přímo na nosnou část konstrukce. Měkký podklad reprezentuje skladbu, kdy je obvodová konstrukce zateplena a povlaková hydroizolace je aplikována na tepelnou izolaci.

6.2.2 Zatížení statické krátkodobé

Experiment pro vyvolání krátkodobého zatížení na zkušební tělesa tvoří zkušební sestava půdorysného rozměru 250×250 mm. Jednotlivé varianty zkušebních těles jsou vzájemně odděleny separační OSB deskou z dřevoštěpky. Zatížení je vyvoláno pomocí hydraulického lisu.



Obrázek 6-3: Schéma zkušební sestavy rozměru 500×500 mm

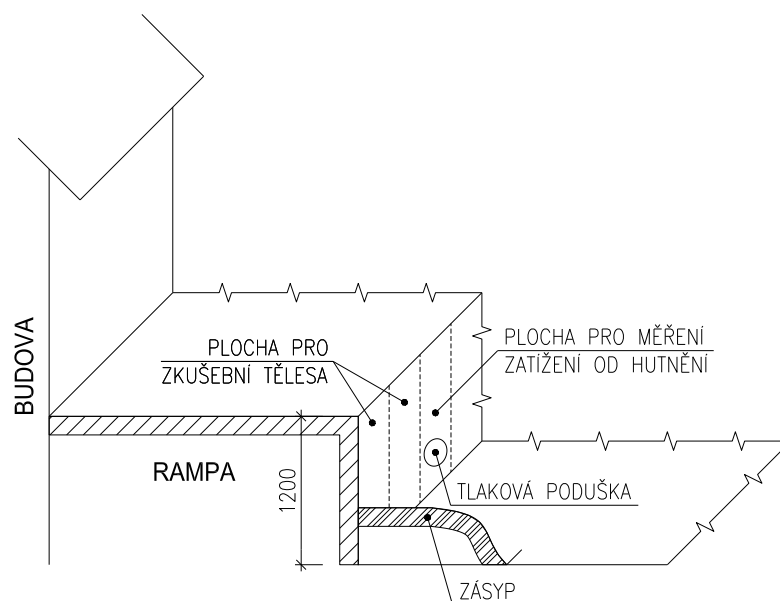
Pro experiment je použit zkušební hydraulický lis s max. výkonem 20 t se zdvihem pístu 180 mm a vnitřní šířkou 550 mm. Výrobce a typ lisu: Bernardo WK 20 FH.



Obrázek 6-4: Hydraulický lis Bernardo [25]

6.2.3 Zatížení dynamické krátkodobé

Dynamické účinky krátkodobého zatížení od hutních strojů použitých pro hutnění zásypu a určení velikosti síly působící na konstrukci a hydroizolační systém bude řešeno in situ. Zkušební tělesa jsou aplikována na tuhý podklad, svislou konstrukci železobetonové stěny, alternativně je možné použít dostatečně tuhé systémové bednění. Hutnění zásypu je prováděno ve vrstvách o tloušťce 0,15 m. Celková výška zásypu je 0,60 m. Pro zásyp je použita hlína s příměsí stavební suti z okolního staveniště.



Obrázek 6-5: Schéma zkoušky zatížení od hutnění

Měření velikosti zatížení od hutnění zajistí kruhová tlaková poduška typu L141D005 (výrobce SISGEO), která umožňuje měření zemních tlaků v rozsahu 0–500 kPa osazená. Poduška bude osazena do středního pole zkušební sestavy. Pro měření byla využita víceúčelová měřicí aparatura LEONARDO a měřeným výstupním signálem byl elektrický proud.

Pro vyvolání účinku zatížení od hutnění byla použita reverzní vibrační deska BOMAG BPR 70/70 D a vibrační pěch BS60-2i.

Technické parametry hutnicích strojů

Reverzní vibrační deska BOMAG BPR 70/70 D [26]

- Výkon: 9,3 kW.
- Provozní hmotnost: 556 kg.
- Rozměr desky 980×550 mm.

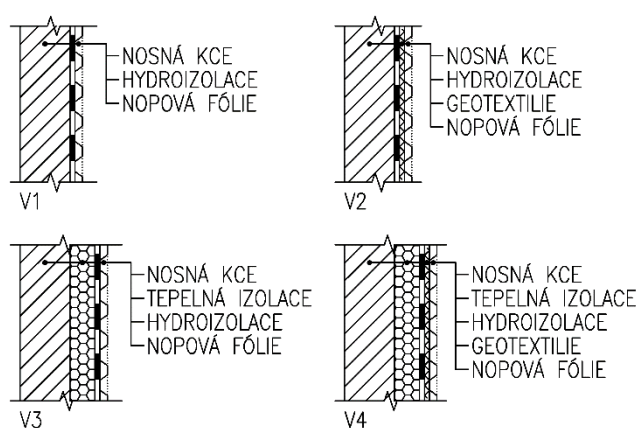
Vibrační pěch WACKER BS60-2i [27]

- Výkon: 1,8 kW.
- Provozní hmotnost: 66 kg.
- Rozměr desky: 280×330 mm.

6.3 Skladebné varianty zkušebních těles

Zkušební tělesa vychází ze skladeb hydroizolačních systémů, kde je použita povlaková hydroizolace a nopová fólie. Skladebné varianty lze rozlišit na případy:

- V1 ... Hydroizolace na tuhém pokladu, nopová fólie je v kontaktu s hydroizolací.
- V2 ... Hydroizolace na tuhém podkladu s vloženou separační vrstvou z geotextilie mezi hydroizolací a nopovou fólií.
- V3 ... Hydroizolace na měkkém pokladu, nopová fólie je v kontaktu s hydroizolací.
- V4 ... Hydroizolace na měkkém podkladu s vloženou separační vrstvou z geotextilie mezi hydroizolací a nopovou fólií.

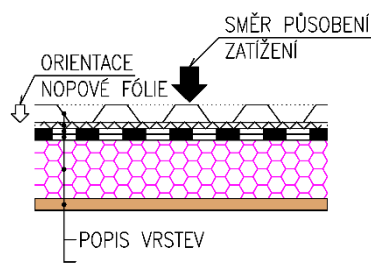


Obrázek 6-6: Skladebné varianty zkušebních těles

Důležitým faktorem, který může mít vliv na mechanické poškození povlakové hydroizolace je orientace nopové fólie. Ve zkušebních tělesech jsou zohledněny oba případy, kdy nopová fólie může být orientována:

- směrem k hydroizolaci (nopy dolů),
- směrem od hydroizolace (nopy nahoru).

Pro přehlednost je u schémat skladeb zkušebních těles znázorněn směr působení zatížení a orientace nopové fólie.



Obrázek 6-7: Schéma sklady zkušebního tělesa

Zkušební tělesům je přiřazeno označení a kód sklady, který slouží pro rychlé rozpoznání skladebné varianty. Kód sestává ze čtyř parametrů:

VX - A/F - ND/NN - N/S/T

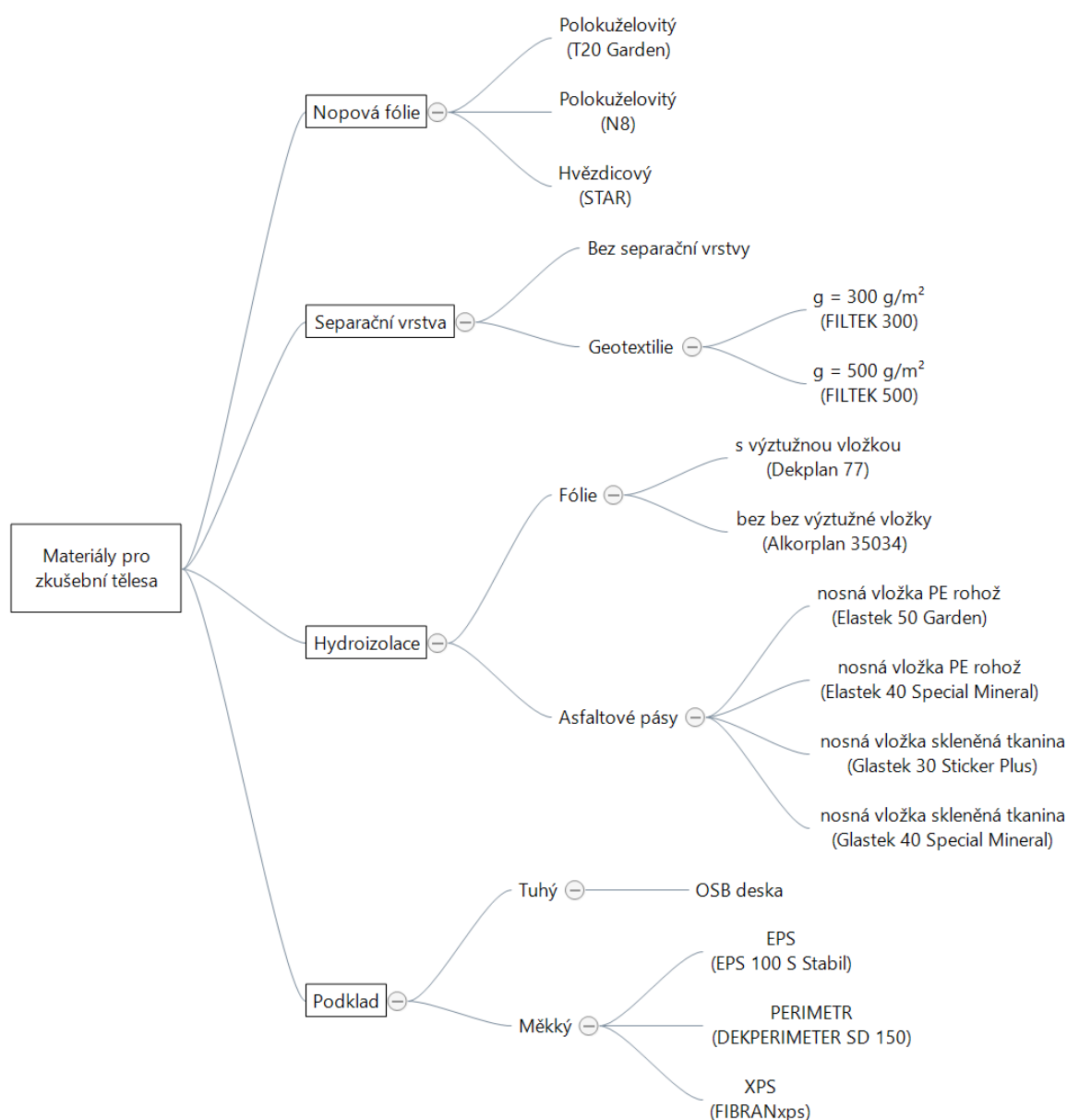
Tabulka 6-2: Legenda značení kódu sklady zkušebních těles

Varianta sklady	V1	Hydroizolace na tuhém podkladu. Nopová fólie v kontaktu s hydroizolací, Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, nopová fólie.
	V2	Hydroizolace na tuhém podkladu s vloženou separační vrstvou mezi hydroizolací a nopovou fólií. Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, separační vrstva, nopová fólie.
	V3	Hydroizolace na měkkém podkladu. Nopová fólie v kontaktu s hydroizolací, Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, nopová fólie.
	V4	Hydroizolace na měkkém podkladu s vloženou separační vrstvou mezi hydroizolací a nopovou fólií. Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, separační vrstva, nopová fólie.
Hydroizolace	A	Hydroizolace z asfaltového pásu
	F	Hydroizolace z mPVC fólie
Orientace nopové fólie	ND	Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů)
	NN	Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru)
Typ nopů	N	polokruželovitý nop, výška nopy 8 mm
	S	žebrovaný nop hvězdicového tvaru, výška nopy 7 mm
	T	polokruželovitý nop, výška nopy 20 mm

Příklad: V1-A-ND-S ... Zkušební těleso, kdy je nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu. Nopová fólie s polokruželovitými nopy je v kontaktu s hydroizolací.

6.4 Materiály

Volba materiálů pro zkušební tělesa vycházela z doporučených skladeb podle projekčních příruček Vegetační střechy a střešní zahrady [22] a Izolace spodní stavby [23]. Vlastní zkušební těleso tvoří vždy nopová fólie a hydroizolace, mezi které může být vložena separační vrstva z geotextilie. Tuhý podklad pro hydroizolaci je z dřevotřískové desky (OSB), měkký tvoří tepelná izolace. Všechny materiály, které jsou použity ve zkušebních tělesech, nesmí vykazovat žádné zjevné vady.



Obrázek 6-8: Materiály pro zkušební tělesa

Materiály použité ve zkušebních tělesech:

Nopová fólie

N8	...	Nopová fólie s polokruželovitými nopy výšky 8 mm z vysokohustotního polyethylenu (HDPE)
STAR	...	Nopová fólie s hvězdicovými nopy výšky 7 mm z vysokohustotního polyethylenu (HDPE)
T20	...	Nopová fólie s polokruželovitými nopy výšky 20 mm z vysokohustotního polyethylenu (HDPE)

Separační vrstva

FILTEK 300	...	Netkaná geotextilie zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 300 g/m ² .
FILTEK 500	...	Netkaná geotextilie zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g/m ² .

Povlaková hydroizolace z fólií

ALKORPLAN 35034	...	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC (PVC-P), nevyztužená.
DEKPLAN 77	...	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou, atest FLL.

Povlaková hydroizolace z asfaltových pásů

ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	...	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z polyesterové rohože.
ELASTEK 50 GARDEN	...	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z polyesterové rohože.
GLASTEK 30 STICKER PLUS	...	Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny.

GLASTEK 40 SPECIAL ... Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou
MINERAL vložkou ze skleněné tkaniny.

Podklad

EPS 100 S Stabil ... Měkký podklad z expandovaného polystyrenu,
tl. 100 mm.

DEKPERIMETER SD 150 ... Měkký podklad z expandovaného polystyrenu s
uzavřenou povrchovou strukturou, tl. 100 mm.

FIBRANxps ... Měkký podklad z extrudovaného polystyrenu,
tl. 100 mm.

OSB ... Tuhý poklad z dřevotřískové desky (OSB),
tl. 20 mm.

Níže je uveden přehled vybraných vlastností použitých materiálů.

6.4.1 Charakteristické vlastnosti nopové fólie

Tabulka 6-3: Vybrané vlastnosti materiálů – nopové fólie [28], [29]

Označení	Obecné		Rozměry			
	Obecný název	Referenční výrobek	Výška nopu [mm]	Počet nopů [ks.m ⁻²]	Plošná hmotnost [g.m ⁻²]	Pevnost v tlaku [kN.m ⁻²]
N8	Nopová fólie s polokruželovitými nopy výšky 8 mm	DEKDREN N8	8	1 840	550	250
STAR	Nopová fólie s hvězdicovitými nopy výšky 7 mm	Guttabeta STAR 450	7	1 860	450	400
T20	Nopová fólie s polokruželovitými nopy výšky 20 mm	DEKDREN T20 GARDEN	20	400	1 000	150

6.4.2 Charakteristické vlastnosti separační vrstvy

Tabulka 6-4: Vybrané vlastnosti materiálů – geotextilie [30]

Popis	Zkušební norma	Netkaná geotextilie zpevněná vpichováním	
Označení		G300	G500
Plošná hmotnost	EN ISO 9864	300 g/m ²	500 g/m ²
Šířka role	–	2,0 m	2,0 m
Odolnost proti dynamickému protržení	EN ISO 13433	10 mm (+3 mm)	6 mm (+2 mm)
Odolnost proti statickému protržení	EN ISO 12236	2300 N (-300 N)	3800 N (-300 N)
Referenční výrobek		FILTEK 300	FILTEK 500
Materiálové složení		100 % polypropylen	

6.4.3 Charakteristické vlastnosti hydroizolace

Tabulka 6-5: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z fólií [31], [32]

	Vlastnost	Zkušební předpis	Jednotky		
Popis	Materiál			Hydroizolační fólie z měkčeného PVC (PVC-P), nevyztužená	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou, atest FLL
	Referenční výrobek			ALKORPLAN 35034	DEKPLAN 77
Rozměry	Tloušťka		mm	1,5	1,5
	Účinná tloušťka	EN 1849-2	mm		1,5
	Šířka	EN 1848-2	m	2,15	2,05
	Délka	EN 1848-2	m	20	15
Mechanická odolnost	Odolnost proti statickému zatížení	EN 12730	kg	–	20
	Odolnosti proti statickému protržení	EN ISO 12236	kN	1,5	–
	Odolnost proti nárazu	EN 12691	mm		300

Tabulka 6-6: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z asfaltových pásů – část 1 [33], [34]

	Vlastnost	Zkušební předpis	Jednotky		
Popis	Materiál			Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z polyesterové rohože	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z polyesterové rohože
	Horní povrch			břidličný nebo jemný separační posyp	břidličný nebo jemný separační posyp
	Nosná vložka			polyesterová rohož 250 g/m ²	polyesterová rohož 250 g/m ²
	Dolní povrch			separační PE fólie	separační PE fólie
	Referenční výrobek			ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	ELASTEK 50 GARDEN
Rozměry	Tloušťka	EN 1849-1	mm	4	5,2
	Šířka	EN 1848-1	m	1	1,08
	Délka	EN 1848-1	m	7,5	5,2
	Plošná hmotnost (orientační údaj)	ČSN EN 1849-1	kg.m ⁻²		
	Odolnost proti statickému zatížení	EN 12730	kg	10	20
	Odolnost proti nárazu (metoda A)	EN 12691	mm	900	1200

Tabulka 6-7: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z asfaltových pásů – část 2 [35], [36]

	Vlastnost	Zkušební předpis	Jednotky		
Popis	Materiál			Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny
	Horní povrch			jemnozrnný minerální posyp	jemný separační posyp
	Nosná vložka			skleněná tkanina 200 g/m ²	skleněná tkanina 200 g/m ²
	Dolní povrch			snímatelná silikonová fólie	separační PE fólie
	Referenční výrobek			GLASTEK 30 STICKER PLUS	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
Rozměry	Tloušťka	EN 1849-1	mm	3	4
	Šířka	EN 1848-1	m	1	1
	Délka	EN 1848-1	m	10	7,5
	Plošná hmotnost (orientační údaj)	ČSN EN 1849-1	kg.m ⁻²		
	Odolnost proti statickému zatížení	EN 12730	kg	5	5
	Odolnost proti nárazu (metoda A)	EN 12691	mm	600	1000

6.4.4 Charakteristické vlastnosti měkkého podkladu

Tabulka 6-8: Vybrané vlastnosti materiálů – tepelné izolace [37], [38], [39]

Označení	EPS 100 S	PERIMETR	XPS
Popis	Expandovaný polystyren	Expandovaný polystyren s uzavřenou povrchovou strukturou	Extrudovaný polystyren
Referenční výrobek	EPS 100 S Stabil	DEKPERIMETER SD 150	FIBRANxps
Pevnost v tlaku při 10% stlačení [kPa]	100	150	300

6.5 Experimenty a postupy

Pro ověření statických účinků budou realizovány čtyři experimenty:

- E1** ... Vliv dlouhodobého statického zatížení na zkušební tělesa, kdy je nopová fólie kladena nopy směrem k hydroizolaci.
- E2** ... Vliv dlouhodobého statického zatížení na zkušební tělesa, kdy je nopová fólie kladena nopy směrem od hydroizolace.
- E3** ... Vliv krátkodobého statického zatížení, kdy dochází k deformaci nopů; nopy jsou orientovány směrem k hydroizolaci i od hydroizolace.
- E4** ... Vliv krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy. Při experimentu bylo realizováno i měření velikosti zatížení od hutnění.

Postup pro experimenty sledující vliv statického zatížení (E1, E2, E3):

1. Stanovení okrajových podmínek, velikosti zatížení.
2. Příprava zkušebních těles.
 - Úprava rozměru materiálů podle rozměrů zkušební sestavy.
 - Zbavení se nečistot, které ulpěly na povrchu materiálu.
 - Ověření materiálů na zjevné vady.
3. Vytvoření zkušební sestavy.
 - Příprava a vyrovnaní povrchu pomocí samonivelační stěrky.
 - Časová prodleva pro dostatečné vytvrnutí povrchu (1 týden).
 - Tvorba zkušebních těles, varianty jsou odděleny separační OSB deskou.
 - Materiály jednotlivých vrstev jsou na sebe volně loženy z důvodu možné rozebíratelnosti.
4. Zatížení zkušební sestavy. Nárůst zatížení musí být postupný.
5. Odtížení zkušební sestavy po uplynutí předepsané doby.
6. Vyhodnocení zkušebních těles na zjevné vady.

Postup pro experiment sledující vliv dynamického zatížení (E4):

1. Příprava zkušební sestavy.
 - Příprava a vyrovnaní povrchu pomocí vyrovnávací stěrky.
 - Rozdělení povrchu na pole pro budoucí aplikaci zkušebních těles.

- Instalace tlakové podušky pro měření zemních tlaků pomocí flexibilního lepidla.
 - Časová prodleva pro dostatečné vytvrdnutí lepidla (1 den).
2. Příprava zkušebních těles a vytvoření zkušební sestavy.
- Aplikace vrstev na svislou plochu v den realizace hutnění.
 - Zbavení se nečistot, které ulpěly na povrchu materiálu.
 - Ověření materiálů na zjevné vady.
 - Materiály jednotlivých vrstev jsou na sebe volně loženy z důvodu možné rozebíratelnosti.
3. Zásyp a hutnění.
- Návoz zeminy zásypu po vrstvách tl. 0,15 m.
 - Hutnění zásypu pomocí hutnicího stroje.
 - Hutnicí stroj provede zhutnění podél zkušebních těles, aniž by se s nimi dostal do vzájemného kontaktu.
 - Výška zásypu 0,6 m.
4. Měření velikosti zatížení od hutnění.
- Měření tlaku před vibrací, při vibraci a po vibraci.
5. Rozebrání zásypu.
- Postupné odebírání zásypu po vrstvách tak, aby nedošlo ke kontaktu nářadí, mechanizace se zkušebními tělesy, případně k jinému namáhání zkušebních těles.
6. Vyhodnocení zkušebních těles na zjevné vady.

6.6 Okrajové podmínky

Zkušební sestavy pro experimenty E1, E2, E3 musí být situovány tak, aby nebyly vystaveny přímým účinkům slunce a průměrná teplota vzduchu by neměla překročit 20 °C. U experimentu E4 tento požadavek platí pro skladování materiálu.

Velikost zatížení

Pro experiment E1 se vychází z výpočtu stálého zatížení z kapitoly 5.4.3 a je uvažováno:

- Pro sestavu provozní střechy s 3 ks betonových dlaždic v každém poli. Velikost zatížení ... 3,54 kN.m⁻². Toto zatížení odpovídá vegetační vrstvě tl. 0,35 m.

- Pro sestavu provozní střechy s 25 ks betonových dlaždic v každém poli.
Velikost zatížení ... 29,52 kN.m⁻². Toto zatížení odpovídá zatížení od zeminy v hloubce 3 m.

Experiment E2 navazuje na experiment E1, je uvažováno se zatížením od 25 ks betonových dlaždic. Velikost zatížení ... 29,52 kN.m⁻². Toto zatížení odpovídá zatížení od zeminy v hloubce 3 m.

U experimentu E3 je velikost zatížení odvozena od mezní pevnosti v tlaku nopové fólie s nopy polokruželovitého tvaru (N8) [28]. Velikost síly vyvolané hydraulickým lisem je 1,5 t (≈ 250 kN.m⁻²).

Doba působení zatížení

- Experiment E1, E2 ... min. 30 dnů.
- Experiment E3 ... 1 hodina.

Místa realizace experimentů

- Experiment E1, E2 ... Sklady společnosti DEKTRADE v Brně.
- Experiment E3 ... Laboratoř Ústavu pozemního stavitelství na VUT FAST.
- Experiment E4 ... Staveniště experimentální budovy Atelieru DEK, Brno.

6.7 Měření

Měření velikosti zatížení od hutnění je řešeno osazením kruhové tlakové podušky typu L141D005 (výrobce SISGEO) v rámci zkušební sestavy. Tlaková poduška umožňuje měření zemních tlaků v rozsahu 0–500 kPa. [40] Čidlo je tvořeno ocelovou poduškou s prstencovou dutinou vyplněnou olejem od vzdušněným pod vakuem. Tlakový transducer spojený s poduškou ocelovou trubičkou převádí tlak na elektrické veličiny. K transduceru je připojen speciální elektrický kabel libovolné délky osazený konektorem. Měření je prováděno pomocí víceúčelové měřicí aparatury LEONARDO a měřeným výstupním signálem je elektrický proud. Měří se tři fáze, a to tlak před vibrací, při vibraci a po vibraci. [41]

6.8 Způsob vyhodnocení experimentu

Ověření účinků zatížení na hydroizolační spolehlivost hydroizolačních prvků bude na zkoušených vzorcích stanoveno na základě hodnocení zjevných vad. Podstata vyhodnocení spočívá v tom, že vybraný vzorek povlakové hydroizolace se rozvine na rovné ploše a zjistí se zjevné vady.

Na horním povrchu povlaku se pouhým okem důkladně hledají otlačení, protlačení, trhliny, otvory nebo jiné zjevné vady. Pás se poté opatrně otočí a spodní povrch se prověří stejným způsobem.

Pro potřeby této práce a vyhodnocení vlivu nopové fólie na povlakovou hydroizolaci v důsledku namáhání a vnějších vlivů, které by vedly k poruše povlakové hydroizolační vrstvy, byly zavedeny následující termíny pro zjevné vady:

Otlačení je oblast povrchu hydroizolace, materiálu, na kterém je možné pozorovat tvar doplňkové vrstvy vzniklé v důsledku vzájemného silového působení od zatížení. Nedo-
chází zde k porušení povrchu hydroizolace, materiálu.

Protlačení je oblast povrchu hydroizolace materiálu, na kterém je možné pozorovat tvar doplňkové vrstvy vzniklé v důsledku vzájemného silového působení od zatížení. Do-
chází k porušení povrchu hydroizolace, materiálu.



Obrázek 6-9: Zjevné vady otlačení (vlevo), protlačení (vpravo)

Vychází se z předpokladu, že protlačení je vada, která může mít vliv na snížení hydroizolační spolehlivosti skladby.

7 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část si klade za cíl zjistit vliv působení nopové fólie na povlakovou hydroizolaci a v rámci zkušebních sestav provést:

E1 Vliv dlouhodobého statického zatížení na zkušební tělesa, kdy je nopová fólie kladena nopy směrem k hydroizolaci.

E1.1 Sestava provozní střechy – vegetační.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.
- Porovnání vlivu tuhého a měkkého podkladu.
- Porovnání vlivu vložené separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolaci.

E1.2 Sestava obvodové stěny suterénu.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.
- Porovnání vlivu tuhého a měkkého podkladu.
- Porovnání vlivu vložené separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolaci.

E.2 Vliv dlouhodobého statického zatížení na zkušební tělesa, kdy je nopová fólie kladena nopy směrem od hydroizolace.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.
- Porovnání vlivu tuhého a měkkého podkladu.
- Porovnání vlivu vložené separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolaci

E3 Vliv krátkodobého statického zatížení, kdy dochází k deformaci nopů; nopy jsou orientovány směrem k hydroizolaci i od hydroizolace.

E3.1 Nopová fólie kladena přímo na povlakovou hydroizolaci a tuhý podklad.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.

E3.2 Mezi nopovou fólií a hydroizolaci na tuhém podkladu je vložena separační vrstva z geotextilie.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.

E4 Vliv krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy.

E4.1 Zásyp zeminy je hutněn vibrační deskou.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.

E4.2 Zásyp zeminy je hutněn vibračním pěchem.

- Zhodnocení zjevných vad hydroizolace.
- Zhodnocení deformace, borcení nopů.

Příprava zkušebních těles probíhala v běžných venkovních podmínkách, které se shodovaly s podmínkami, které jsou při skutečné realizaci na stavbě. Průměrná teplota vzduchu nepřekročila 25 °C. Zkušební sestavy pro experimenty E1, E2, E3 byly umístěny v budovách zděných skladů tak, aby nebyly vystaveny přímým účinkům slunce a průměrná teplota vzduchu nepřekročila 20 °C. Zkušební tělesa byla před realizací experimentu s dostatečným předstihem umístěna v laboratoři nebo skladu pro zamezení teplotní nerovnováhy.

Materiály použité pro jednotlivé vrstvy jsou na sebe volně loženy z důvodu možné rozebíratelnosti zkušebních těles. Použité materiály a podrobné vyhodnocení zkušebních těles pro jednotlivé experimenty lze nalézt v části Příloha – Zkušební tělesa.

7.1 Experiment č. 1 (E1)

Pro experiment č. 1 byly vytvořeny dvě zkušební sestavy, u kterých byl sledován vliv dlouhodobého statického zatížení působícího na sestavu po dobu 31 dnů:

1. E1.1 Sestava s variantami zkušebních těles, které reprezentují skladbu provozní střechy s vegetační vrstvou tl. 0,35 m. Sestava je zatížena 3 ks betonových dlaždic v každém poli. Velikost zatížení ... 3,54 kN.m⁻².
2. E1.2 Sestava s variantami zkušebních těles, které reprezentují skladbu obvodové stěny suterénu. Velikost zatížení je odvozena od tlaku zeminy, který je vyvolán tíhou zeminy v hloubce 3 m. Sestava je zatížena 25 ks betonových dlaždic v každém poli. Velikost zatížení ... 29,52 kN.m⁻².

Zkušební sestava půdorysného rozměru 1000×1000 mm byla rozdělena na čtyři pole tak, aby se projevil případný vliv spár u měkkého podkladu (napojení desek tepelné izolace). Nopová fólie ve zkušebních tělesech byla kladena nopy směrem k hydroizolaci. Dlouhodobé statické zatížení je vyvoláno betonovými dlaždicemi o rozměru 500×500 mm.



Obrázek 7-1: Pohled na zkušební sestavy experimentu E1

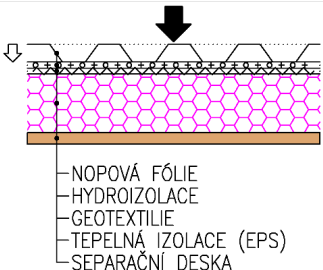
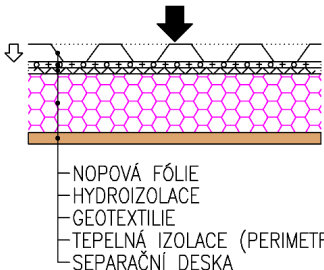
Cílem experimentu bylo zjistit vzájemné působení nopové fólie na povlakovou hydroizolaci, která může být aplikována na tuhý nebo měkký podklad v případě, kdy je nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů). Zkušební tělesa sestávají variantně z povlakové hydroizolace z asfaltových pásů nebo mPVC fólie. Další variantou je vložení separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolaci, druh použité tepelné izolace pro měkký poklad.

7.1.1 Experiment E1.1 (sestava 1)

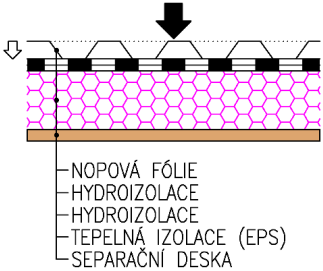
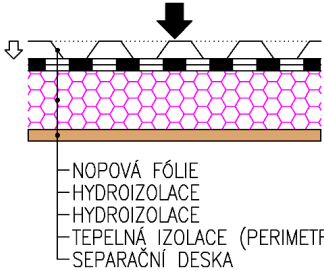
Experiment je zaměřen na varianty zkušebních těles, které mohou být použity při realizaci skladby provozní střechy s vegetační vrstvou tl. 350 mm. Varianty zkušebních těles jsou vzájemně odděleny separační OSB deskou z dřevoštěpky, která zároveň u zkušebních vzorků se skladebným uspořádáním V1, V2 tvoří tuhý podklad. U skladebného uspořádání V3, V4 je pro měkký podklad použita tepelná izolace z EPS a PERIMETR. Nopová fólie je orientována směrem k hydroizolaci a nopy o výšce 20 mm mají polokruželovitý tvar (T20 garden). Jako separační separační vrstva vkládaná mezi nopovou fólií a hydroizolaci byla použita netkaná geotextilie 300 g/m².

7.1.1.1 Zkušebních tělesa E1.1

Tabulka 7-1: Zkušební tělesa E1.1.1, E1.1.2

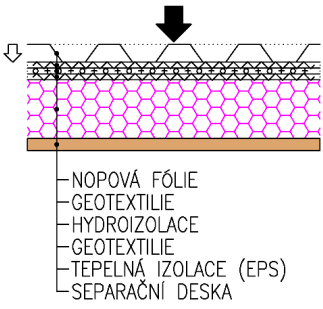
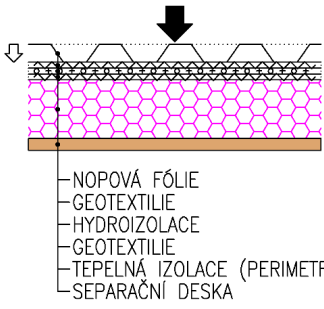
Označení	E1.1.1	E1.1.2
Kód skladby	V3-F-ND-T	V3-F-ND-T
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (EPS) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	T20 Garden	T20 Garden
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Tepelná izolace	EPS 100 S	PERIMETR

Tabulka 7-2: Zkušební tělesa E1.1.3, E1.1.4

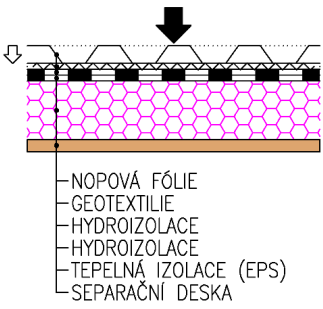
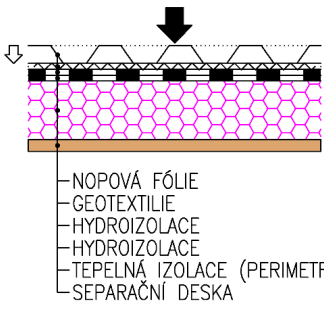
Označení	E1.1.3	E1.1.4
Kód skladby	V3-A-ND-T	V3-A-ND-T
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (EPS) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	T20 Garden	T20 Garden
Hydroizolace	Asfaltový pás (2×)	Asfaltový pás (2×)
Tepelná izolace	EPS 100 S	PERIMETR

Tabulka 7-3: Zkušební tělesa E1.1.5, E1.1.6

Označení	E1.1.5	E1.1.6
Kód skladby	V4-F-ND-T	V4-F-ND-T

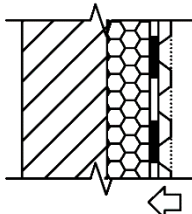
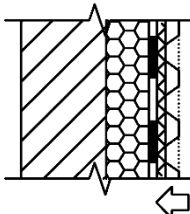
Schéma	 —NOPOVÁ FÓLIE —GEOTEXTILIE —HYDROIZOLACE —GEOTEXTILIE —TEPELNÁ IZOLACE (EPS) —SEPARAČNÍ DESKA	 —NOPOVÁ FÓLIE —GEOTEXTILIE —HYDROIZOLACE —GEOTEXTILIE —TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) —SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	T20 Garden	T20 Garden
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Tepelná izolace	EPS 100 S	PERIMETR

Tabulka 7-4: Zkušební tělesa E1.1.7, E1.1.8

Označení	E1.1.7	E1.1.8
Kód skladby	V4-A-ND-T	V4-A-ND-T
Schéma	 —NOPOVÁ FÓLIE —GEOTEXTILIE —HYDROIZOLACE —HYDROIZOLACE —TEPELNÁ IZOLACE (EPS) —SEPARAČNÍ DESKA	 —NOPOVÁ FÓLIE —GEOTEXTILIE —HYDROIZOLACE —HYDROIZOLACE —TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) —SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	T20 Garden	T20 Garden
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás (2×)	Asfaltový pás (2×)
Tepelná izolace	EPS 100 S	PERIMETR

7.1.1.2 Vyhodnocení experimentu E1.1

Tabulka 7-5: Vyhodnocení experimentu E1.1 – Nopy polokružlovitého tvaru, měkký podklad

Schéma				
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC			
Označení	E1.1.1	E1.1.2	E1.1.5	E1.1.6
Kód skladby	V3-F-ND-T	V3-F-ND-T	V4-F-ND-T	V4-F-ND-T
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano	ano
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI	k HI	k HI
Vada	otlačení	otlačení	–	–
Typ podkladu	měkký (EPS)	měkký (PER)	měkký (EPS)	měkký (PER)
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Označení	E1.1.3	E1.1.4	E1.1.7	E1.1.8
Kód skladby	V3-A-ND-T	V3-A-ND-T	V4-A-ND-T	V4-A-ND-T
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano	ano
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI	k HI	k HI
Vada	otlačení	otlačení	–	–
Typ podkladu	měkký (EPS)	měkký (PERIMETR)	měkký (EPS)	měkký (PERIMETR)
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne

Vyhodnocení

- Hydroizolace po odtížení zkušebních těles nevykazovaly zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na vybraných vzorcích povlakové hydroizolace byla pozorována otlačení od nopů, které však nenarušovaly horní vrstvu povlakové hydroizolace.
- Vliv tuhého a měkkého podkladu (OSB deska, tepelná izolace z EPS, PERIMETR) neměl na velikost a rozsah otlačení výrazný vliv.
- Při vložení geotextilie mezi hydroizolaci a nopovou fólii došlo k eliminaci otlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace.
- U žádného ze zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznatky

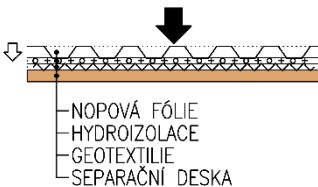
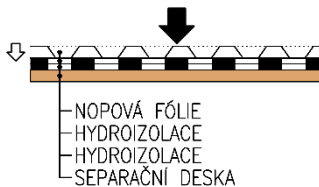
- U provozních střech, kde drenážní vrstvu tvoří nopová fólie s nopy polokoužlovitého tvaru o výšce 20 mm, nehrozí snížení hydroizolační bezpečnosti skladby vlivem protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace. Nopovou fólii lze klást přímo na hydroizolaci. Toto platí, pokud stálé zatížení nepřesáhne velikost $3,54 \text{ kN.m}^{-2}$.
- Na zkušebních tělesech v každém z polí nebyly zřetelné odchylky, které by mohly být vyvolány různým sedáním či nestejnorodostí vrstev nebo přítomností spár desek z tepelné izolace. Proto je doporučeno pro další experiment zmenšit zkušební tělesa na půdorysný rozměr $500 \times 500 \text{ mm}$.

7.1.2 Experiment E1.2 (sestava 2)

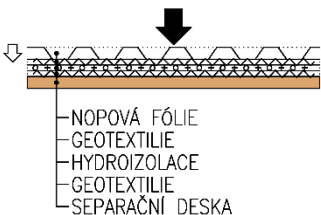
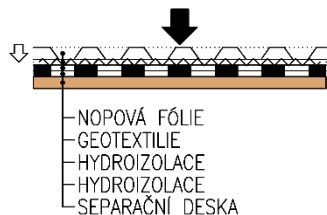
Experiment je zaměřen na varianty zkušebních těles, které mohou být použity při realizaci skladby obvodové stěny suterénu. Varianty zkušebních těles jsou vzájemně odděleny separační OSB deskou z dřevoštěpky, která zároveň u zkušebních vzorků se skladebným uspořádáním V1, V2 tvoří tuhý podklad. U skladebného uspořádání V3, V4 je pro měkký podklad použita tepelná izolace z XPS a PERIMETR. Nopová fólie je orientována směrem k hydroizolaci a nopy o výšce 8 mm mají polokružlovitý tvar (N8). Jako separační separační vrstva vkládaná mezi nopovou fólií a hydroizolací byla použita netkaná geotextilie 300 g/m² a 500 g/m².

7.1.2.1 Zkušební tělesa E1.2

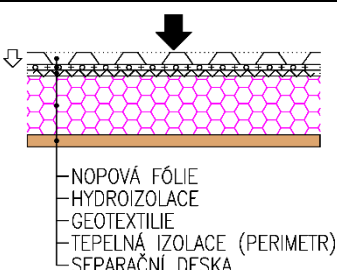
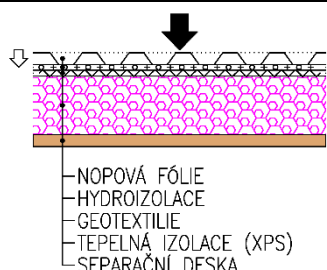
Tabulka 7-6: Zkušební tělesa E1.2.1, E1.2.2

Označení	E1.2.1	E1.2.2
Kód skladby	V1-F-ND-N	V1-A-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Hydroizolace	mPVC fólie	Asfaltový pás (2×)
Geotextilie	500 g/m ²	

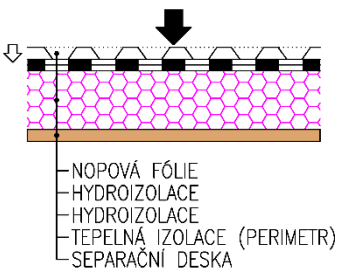
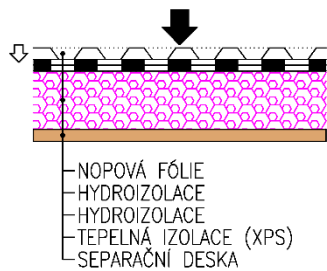
Tabulka 7-7: Zkušební tělesa E1.2.3, E1.2.4

Označení	E1.2.3	E1.2.4
Kód skladby	V3-F-ND-N	V3-A-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	500 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	Asfaltový pás (2×)
Geotextilie	500 g/m ²	

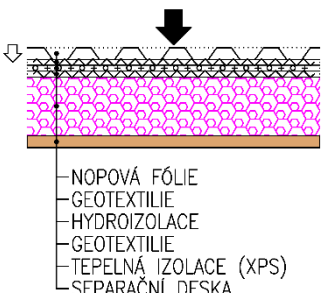
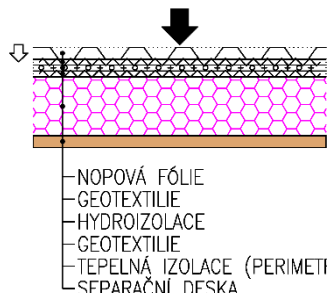
Tabulka 7-8: Zkušební tělesa E1.2.5, E1.2.6

Označení	E1.2.5	E1.2.6
Kód skladby	V3-F-ND-N	V3-F-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Tepelná izolace	PERIMETR	XPS

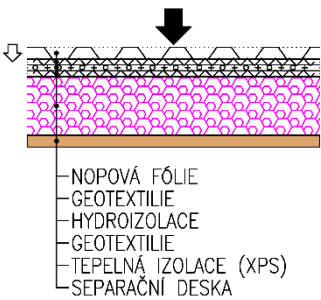
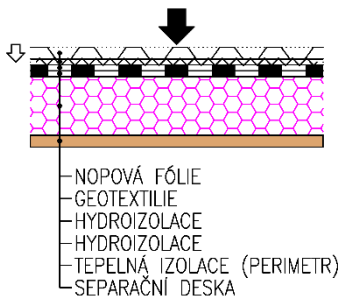
Tabulka 7-9: Zkušební tělesa E1.2.7, E1.2.8

Označení	E1.2.7	E1.2.8
Kód skladby	V3-A-ND-N	V3-A-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Hydroizolace	Asfaltový pás (2×)	Asfaltový pás (2×)
Tepelná izolace	PERIMETR	PERIMETR

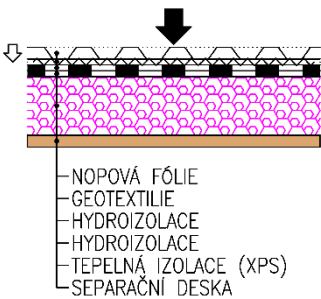
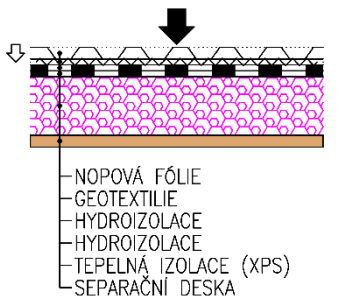
Tabulka 7-10: Zkušební tělesa E1.2.9, E1.2.10

Označení	E1.2.9	E1.2.10
Kód skladby	V4-F-ND-N	V4-F-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	500 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Tepelná izolace	XPS	PERIMETR

Tabulka 7-11: Zkušební tělesa E1.2.11, E1.2.12

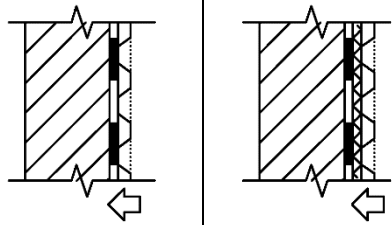
Označení	E1.2.11	E1.2.12
Kód skladby	V4-F-ND-N	V4-A-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	300 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	Asfaltový pás (2×)
Geotextilie	300 g/m ²	
Tepelná izolace	XPS	PERIMETR

Tabulka 7-12: Zkušební tělesa E1.2.13, E1.2.14

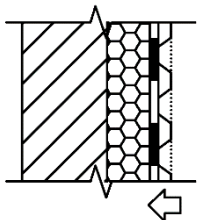
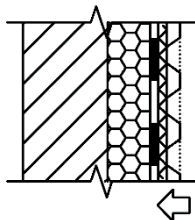
Označení	E1.2.13	E1.2.14
Kód skladby	V4-A-ND-N	V4-A-ND-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	300 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás (2×)	Asfaltový pás (2×)
Tepelná izolace	XPS	XPS

7.1.2.2 Vyhodnocení experimentu E1.2

Tabulka 7-13: Vyhodnocení E1.2 – Nopy polokružlovitého tvaru, tuhý podklad

Schéma		
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC	
Označení	E1.2.1	E1.2.3
Kód skladby	V1-F-ND-T	V2-F-ND-T
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ano (G500)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI
Vada	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy	
Označení	E1.2.2	E1.2.4
Kód skladby	V1-A-ND-T	V2-A-ND-T
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ano (G500)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI
Vada	protlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ne

Tabulka 7-14: *Vyhodnocení E1.2 – Nopy polokouželovitého tvaru, měkký podklad*

Schéma					
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC				
Označení	E1.2.5	E1.2.6	E1.2.10	E1.2.9	E1.2.11
Kód skladby	V3-F-ND-N	V3-F-ND-N	V4-F-ND-N	V4-F-ND-N	V4-F-ND-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G500)	ano (G500)	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI	k HI	k HI	k HI
Vada	otlačení	otlačení	–	–	otlačení
Typ podkladu	měkký (PER)	měkký (XPS)	měkký (PER)	měkký (XPS)	měkký (XPS)
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy				
Označení	E1.2.7	E1.2.8	E1.2.12	E1.2.14	E1.2.13
Kód skladby	V3-A-ND-N	V3-A-ND-N	V4-A-ND-N	V4-A-ND-N	V4-A-ND-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G500)	ano (G500)	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI	k HI	k HI	k HI
Vada	protlačení	protlačení	otlačení	otlačení	otlačení
Typ podkladu	měkký (PER)	měkký (XPS)	měkký (PER)	měkký (XPS)	měkký (XPS)
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ano	ne	ne	ne

Vyhodnocení

- Zkušební tělesa s hydroizolací z mPVC fólie, nevykazovala zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace

z mPVC fólie byla pozorována otlačení od nopů, které však nenarušily horní vrstvu povlakové hydroizolace.

- Zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby, vykazovala zkušební tělesa, kde byly použity asfaltové pásy bez vložení geotextilie mezi nopovou fólii a hydroizolaci. U těchto těles docházelo k protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace.
- Vliv tuhého a měkkého podkladu (OSB deska, tepelná izolace z XPS, PERIMETR) neměl na velikost a rozsah protlačení, otlačení výrazný vliv.
- Vložení geotextilie mezi hydroizolaci a nopovou fólii dochází k eliminaci protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace z asfaltových pásů.
- U žádného ze zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznátky

- U obvodových stěn suterénu, kde je jako konstrukční ochrana hydroizolace použita nopová fólie a povlaková hydroizolace sestává z asfaltových pásů, je nutné vždy mezi nopovou fólii a hydroizolaci vložit separační vrstvu z geotextilie. V případě povlakové hydroizolace z mPVC fólie není vkládání separační vrstvy mezi nopovou fólii a hydroizolaci nezbytné, avšak je doporučeno.
- Na zkušebních tělesech v každém z polí nebyly zřetelné odchylky, které by mohly být vyvolány různým sedáním či nesterenarodostí vrstev nebo přítomností spár desek z tepelné izolace. Proto je doporučeno pro další experiment zmenšit zkušební tělesa na půdorysný rozměr 500×500 mm.
- Vliv tuhého a měkkého podkladu (OSB deska, tepelná izolace z XPS, PERIMETR) neměl na velikost a rozsah protlačení, otlačení výrazný vliv. Proto je doporučeno variantu s měkkým podkladem u dalších experimentů vypustit.

7.2 Experiment č. 2 (E2)

Experiment č. 2 vycházel z poznatků předchozího experimentu č. 1, na jejichž základě byla vytvořena jedna zkušební sestava pro obvodovou stěnu suterénu, u které byl sledován vliv dlouhodobého statického zatížení, od 25 ks betonových dlaždic, působícího na sestavu po dobu 53 dnů.

Jelikož na zkušebních tělesech v rámci experimentu č. 1 nebyly v žádném z polí zřetelné odchylky, které by mohly být vyvolány různým sedáním či nesterenarodostí vrstev nebo přítomností spár desek z tepelné izolace, byla pro experiment č. 2 zvolena menší velikost zkušebních těles a sestavy. Půdorysný rozměr zkušební sestavy je 500×500 mm.

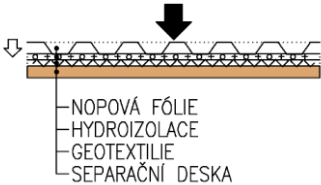
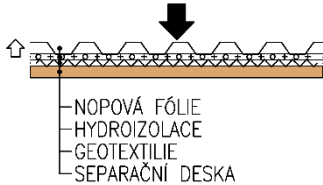


Obrázek 7-2: Pohled na zkušební sestavu experimentu E2

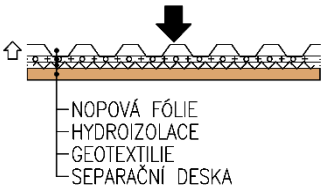
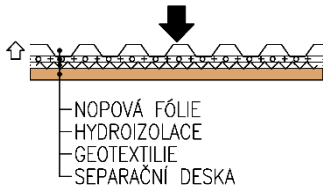
Zkušební tělesa byla zkoušena pouze ve variantě s tuhým podkladem, neboť v rámci experimentu č. 1 bylo zjištěno, že druh pokladu nemá na velikost a rozsah protlačení výrazný vliv. Sada zkušebních těles byla doplněna o nopovou fólii s nopy hvězdicového tvaru (STAR). Nopová fólie ve zkušebních tělesech byla kladena nopy směrem od hydroizolace. Výjimkou byla vybrané zkušební tělesa s nopovou fólií a nopy hvězdicového tvaru, kde byla nopová fólie kladena i směrem od hydroizolace.

7.2.1 Zkušební tělesa E2

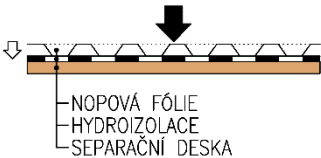
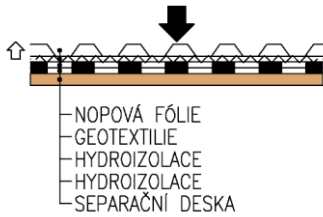
Tabulka 7-15: Zkušební tělesa E2.1, E2.2

Označení	E2.1	E2.2
Kód skladby	V1-F-ND-S	V1-F-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	STAR	N8
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie		500 g/m ²

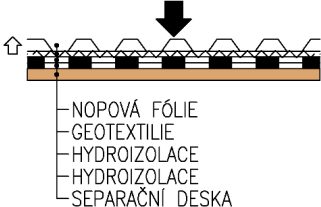
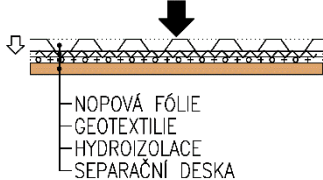
Tabulka 7-16: Zkušební tělesa E2.3, E2.4

Označení	E2.3	E2.4
Kód skladby	V1-F-NN-N	V1-F-NN-S
Schéma		
Nopová fólie	N8	STAR
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	500 g/m ²	500 g/m ²

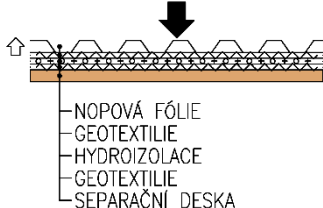
Tabulka 7-17: Zkušební tělesa E2.5, E2.6

Označení	E2.5	E2.6
Kód skladby	V1-A-ND-S	V1-A-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	STAR	N8
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás (2×)

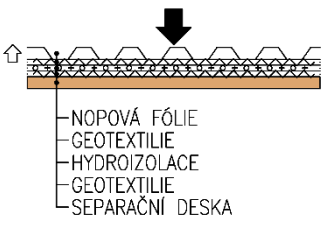
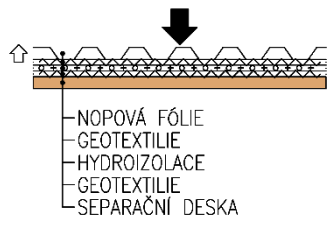
Tabulka 7-18: Zkušební tělesa E2.7, E2.8

Označení	E2.7	E2.8
Kód skladby	V1-A-NN-S	V2-F-ND-S
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	STAR	STAR
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	mPVC fólie

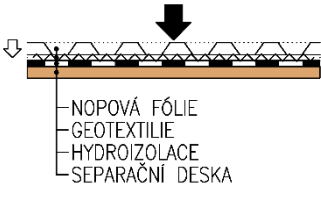
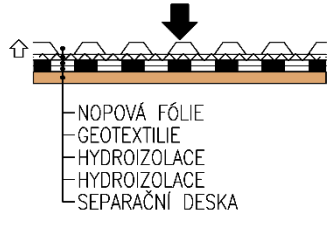
Tabulka 7-19: Zkušební tělesa E2.9, E2.10

Označení	E2.9	E2.10
Kód skladby	V2-F-NN-N	V2-F-NN-N
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	300 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	500 g/m ²	500 g/m ²

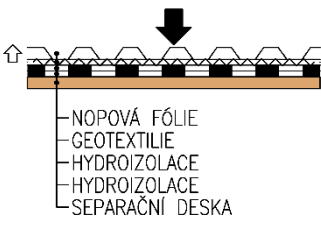
Tabulka 7-20: Zkušební tělesa E2.11, E2.12

Označení	E2.11	E2.12
Kód skladby	V2-F-NN-N	V2-F-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	N8	N8
Geotextilie	300 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²

Tabulka 7-21: Zkušební tělesa E.2.13, E.2.14

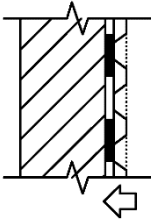
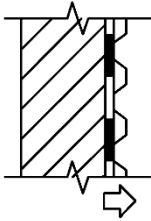
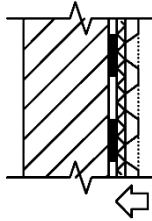
Označení	E2.13	E2.14
Kód skladby	V2-A-ND-S	V2-A-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	STAR	N8
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás (2×)

Tabulka 7-22: Zkušební těleso E2.15

Označení	E2.15	
Kód skladby	V2-A-NN-N	
Schéma	 NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA	
Nopová fólie	N8	
Geotextilie	500 g/m ²	
Hydroizolace	Asfaltový pás (2×)	

7.2.2 Vyhodnocení experimentu E2

Tabulka 7-23: Vyhodnocení E2 – Nopy hvězdicového tvaru, tuhý podklad

Schéma			
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC		
Označení	E2.1	E2.4	E2.8
Kód skladby	V1-F-ND-S	V1-F-NN-S	V2-F-ND-S
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	k HI
Vada	–	–	–
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy		
Označení	E2.5	E2.7	E2.13
Kód skladby	V1-A-ND-S	V1-A-NN-S	V2-A-ND-S
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	k HI
Vada	protlačení	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ne	ne

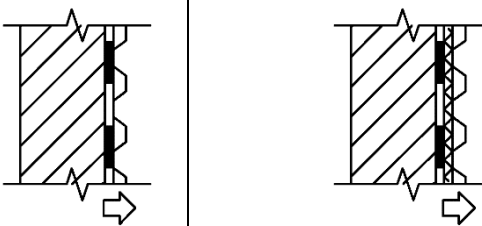
Vyhodnocení

- Zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby, vykazovala zkušební tělesa, kde byly použity asfaltové pásy bez vložené geotextilie mezi nopovou fólií s nopy hvězdicového tvaru a hydroizolací. Orientace nopů byla směrem k hydroizolaci. U těchto těles docházelo k protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace. Při vložení geotextilie mezi hydroizolaci a nopovou fólií došlo k eliminaci protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace.
- U žádného ze zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznatky

- U obvodových stěn suterénu, kde je jako konstrukční ochrana hydroizolace použita nopová fólie s nopy hvězdicového tvaru orientovanými směrem k hydroizolaci a povlaková hydroizolace sestává z asfaltových pásů, je nutné mezi nopovou fólií a hydroizolací vložit separační vrstvu z geotextilie ($g = 300 \text{ g/m}^2$ a vyšší).

Tabulka 7-24: Vyhodnocení E2 – Nopy polokružlovitého tvaru, tuhý podklad

Schéma			
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC		
Označení	E2.2, E2.3	E2.9, E2.11	E2.10, E2.12
Kód skladby	V1-F-NN-N	V2-F-NN-N	V2-F-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ano (G300)	ano (G500)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	od HI	od HI	k HI
Vada	–	–	–
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy		
Označení	E2.6	E2.14	E2.15
Kód skladby	V1-A-NN-N	V2-A-NN-N	V2-A-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ano (G300)	ano (G500)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	od HI	od HI	od HI
Vada	otlačení	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne

Vyhodnocení

- Zkušební tělesa s hydroizolací z mPVC fólie i asfaltových pásů, kde byla nopová fólie orientována nopy směrem od hydroizolace, nevykazovala zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Výše uvedené platí pro nopy hvězdicového i polokruželovitého tvaru. Na povrchu hydroizolace z asfaltových pásů byla pozorována otlačení od nopů, které však nenarušily horní vrstvu povlakové hydroizolace.
- U žádného ze zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznatky

- U obvodových stěn suterénu, kde je jako konstrukční ochrana hydroizolace použita nopová fólie orientovaná nopy od hydroizolace a povlaková hydroizolace sestává z asfaltových pásů, není nutné mezi nopovou fólií a hydroizolací vkládat separační vrstvu z geotextilie.
- Z experimentu č. 1 a č. 2 vyplývá, že kladení nopové fólie nopy směrem od hydroizolace je příznivější stav pro hydroizolační bezpečnost skladby, neboť nopová fólie dosedá větším poměrem plochy na plochu povlakové hydroizolace a zatížení se tak lépe roznáší do plochy.
- To platí v případě, že u nopové fólie nedochází k deformaci nopů. Z odborných posudků a reálných situací na stavbách je známo, že k deformaci nopů může dojít, proto bylo přistoupeno k provedení experimentu č. 3, který verifikoval účinek nopové fólie na povlakovou izolaci v případě, že k deformaci nopů dochází.

7.3 Experiment č. 3 (E3)

Experiment č. 3 si klade za cíl ověřit vliv nopové fólie na povlakovou hydroizolaci v případě, že dochází k deformaci nopů. K deformaci nopů dochází působením krátkodobého statického zatížení, jehož velikost je odvozena od mezní pevnosti v tlaku nopové fólie s nopy polokruželovitého tvaru (N8).

Pro experiment byly vytvořeny dvě zkušební sestavy, u kterých byl sledován vliv krátkodobého statického zatížení působícího na sestavu po dobu jedné hodiny:

1. E3.1 Sestava s variantami zkušebních těles, kde je nopová fólie kladena přímo na povlakovou hydroizolaci – skladebná varianta V1. Pro povlakovou hydroizolaci je použit asfaltový pás i fólie z měkčeného PVC.
2. E3.2 Sestava s variantami zkušebních těles, kde je mezi nopovou fólií a povlakovou hydroizolací vložena separační vrstva z geotextilie – skladebná varianta V2. Pro povlakovou hydroizolaci je použit asfaltový pás.

U zkušební sestavy E3.2 nebyla použita povlaková hydroizolace z mPVC, neboť v předchozích experimentech nedocházelo k protlačení hydroizolace u žádného ze

zkušebních těles. Za nejrizikovější variantu s hydroizolací z mPVC fólie je považována skladebná varianta V1 (nopová fólie v přímém kontaktu s hydroizolací na tuhém podkladu), která je zastoupena v sestavě E3.1.



Obrázek 7-3: Detailní pohled na zkušební sestavu při zatížení

Zkušební sestava má půdorysný rozměr 250×250 mm a jednotlivé varianty zkušebních těles jsou vzájemně odděleny separační OSB deskou z древоštěпки. Nopová fólie ve zkušebních tělesech byla kladena nopy směrem k hydroizolaci i od hydroizolace.

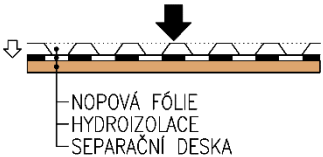
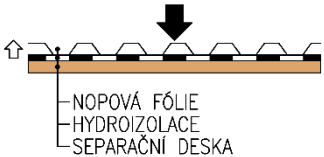
Zkušební tělesa byla zatěžována v hydraulickém lisu silou o velikosti 1,5 t ($\approx 250 \text{ kN.m}^{-2}$) po dobu jedné hodiny.

7.3.1 Experiment E3.1 (sestava 1)

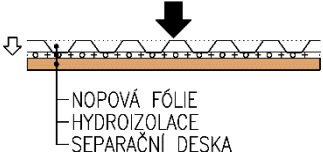
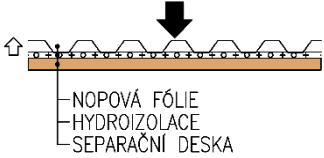
Experiment je zaměřen na varianty zkušebních těles, kdy je nopová fólie v přímém kontaktu s povlakovou hydroizolací (skladebná varianta V1). Předmětem zkoumání je způsob deformace nopové fólie při překročení její mezní pevnosti v tlaku a současně vliv nopové fólie na hydroizolaci.

7.3.1.1 Zkušební tělesa E3.1

Tabulka 7-25: Zkušební tělesa E3.1.1, E3.1.2

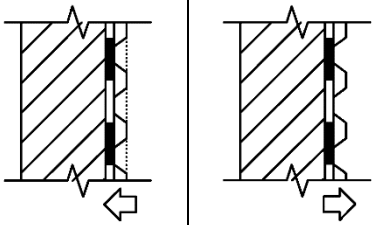
Označení	E3.1.1	E3.1.2
Kód skladby	V1-A-ND-N	V1-A-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy od hydroizolace)
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás

Tabulka 7-26: Zkušební tělesa E3.1.3, E3.1.4

Označení	E3.1.3	E3.1.4
Kód skladby	V1-F-ND-N	V1-F-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy od hydroizolace)
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie

7.3.1.2 Vyhodnocení experimentu E3.1

Tabulka 7-27: Vyhodnocení E3.1 – Nopy polokružlovitého tvaru, tuhý podklad

Schéma		
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC	
Označení	E3.1.3	E3.1.4
Kód skladby	V1-F-ND-N	V1-F-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI
Vada	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy	
Označení	E3.1.1	E3.1.2
Kód skladby	V1-A-ND-S	V1-A-NN-S
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI
Vada	protlačení	protlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ano

Vyhodnocení

- U všech zkušebních těles došlo k deformaci nopů formou jejich zborcení. Při deformaci nopů, kdy nopová fólie byla orientována nopy od hydroizolace z asfaltových pásů, docházelo při borcení nopu ke vzniku ostrých hran a výstupků.
- Zkušební tělesa s hydroizolací z mPVC fólie nevykazovala zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace z mPVC fólie byla pozorována otláčení od nopů, které však nenarušily horní vrstvu povlakové hydroizolace.
- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů vykazovaly zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Docházelo k protlačení deformovaných nopů nebo výstupků nopové fólie do horní vrstvy povlakové hydroizolace.

Poznatky

- Kladení nopové fólie nopy směrem od hydroizolace, které se v předchozích experimentech jevilo jako příznivější stav pro hydroizolační bezpečnost skladby, má při deformaci nopové fólie za následek vznik ostrých hran a výstupků, což výrazně snižuje hydroizolační bezpečnost skladby. Tyto se u hydroizolace z asfaltových pásů protlačí do horní vrstvy povlakové hydroizolace a mohou být v kombinaci se sedáním zeminy příčinou strhávání hydroizolační hmoty.
- Povlaková hydroizolace z mPVC fólie je výrazně odolnější vůči mechanickému poškození vlivem protlačení od nopové fólie než hydroizolace z asfaltových pásů.

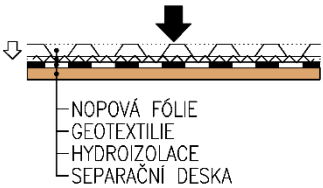
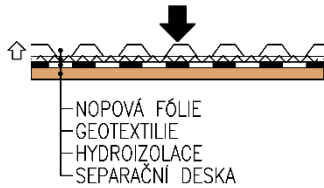
7.3.2 Experiment E3.2 (sestava 2)

Experiment je zaměřen na varianty zkušebních těles, kdy je mezi nopovou fólií a povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů vložena separační vrstva z geotextilie (skladebná varianta V2). Předmětem zkoumání je způsob deformace nopové fólie při překročení její mezní pevnosti v tlaku a současně vliv separační vrstvy z geotextilie za účelem eliminaci protlačení nopové fólie do hydroizolace, ke kterému docházelo u předchozího experimentu E3.1.

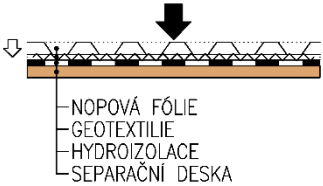
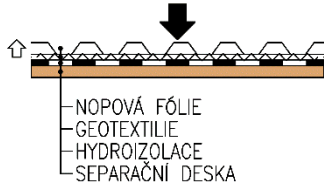
Jako separační vrstva vkládaná mezi nopovou fólií a hydroizolací je použita netkaná geotextilie 300 g/m² a 500 g/m².

7.3.2.1 Zkušební tělesa E3.2

Tabulka 7-28: Zkušební tělesa E3.2.1, E3.2.2

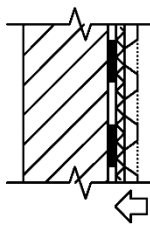
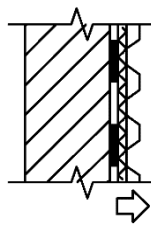
Označení	E3.2.1	E3.2.2
Kód skladby	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy od hydroizolace)
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás

Tabulka 7-29: Zkušební tělesa E3.2.3, E3.2.4

Označení	E3.2.3	E3.2.4
Kód skladby	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N
Schéma		
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy od hydroizolace)
Geotextilie	500 g/m ²	500 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás

7.3.2.2 Vyhodnocení experimentu E3.2

Tabulka 7-30: Vyhodnocení E3.2 – Nopy polokružlovitého tvaru, tuhý podklad

Schéma				
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Označení	E3.2.1	E3.2.3	E3.2.2	E3.2.4
Kód skladby	V2-A-ND-N	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N	V2-A-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ano (G300)	ano (G500)	ano (G300)	ano (G500)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	k HI	od HI	od HI
Vada	otlačení	–	otlačení	–
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne

Vyhodnocení

- U všech zkušebních těles došlo k deformaci nopů formou jejich zborcení. Při deformaci nopů, kdy nopová fólie byla orientována nopy od hydroizolace z asfaltových pásů, docházelo při borbění nopy ke vzniku ostrých hran a výstupků.
- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů nevykazovaly zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby, při vložení geotextilie mezi nopovou fólii a hydroizolaci. Na horním povrchu hydroizolace byla pozorována otlačení od nopů při použití geotextilie 300 g/m². Při použití geotextilie 500 g/m² byl horní povrch hydroizolace bez otlačení.

Poznátky

- K borbění nopové fólie a vzniku ostrých hran dochází při kladení nopové fólie nopy směrem od hydroizolace i v případě, že je mezi nopovou fólií a hydroizolací vložena geotextilie.
- U povlakových hydroizolací z asfaltových pásů je pro zajištění hydroizolační bezpečnost skladby vhodné umisťovat mezi nopovou fólií a hydroizolací vždy

separační vrstvu z geotextilie o plošné hmotnosti alespoň 300 g/m², lépe 500 g/m².

7.4 Experiment č. 4 (E4)

Experiment, u kterého je sledován vliv krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy. Hutnění zásypu bude realizováno pomocí dvou nejčastěji používaných hutnicích přístrojů – vibrační desky a vibračního pěchu. Vzhledem k náročnosti realizace zkoušky bude větší rozsah zkušebních těles realizován v rámci sestavy E4.1, u které hutnicí síla od vibrační desky dosahuje vyšších hodnot.

Zkušební sestavy:

1. E4.1 Sestava s variantami zkušebních těles zasypaných hlínou s příměsí stavební suti, která je hutněna vibrační deskou.
2. E4.2 Sestava s variantami zkušebních těles zasypaných hlínou s příměsí stavební suti, která je hutněna vibračním pěchem.

Hutnění zásypu je prováděno ve vrstvách o tloušťce 0,15 m. Celková výška zásypu je 0,60 m. Pro zásyp byla využita zemina, která byla vykopána při realizaci stavbu experimentální budovy Atelieru DEK a uskladněna na deponii po dobu 14 dnů. Zkušební těleso je sestaveno na tuhém podkladu, který tvoří stěna železobetonové rampy, jejíž povrch byl upraven vyrovnávací stěrkou.



Obrázek 7-4: Pohled na zkušební sestavu experimentu E4

Základním prvkem zkušebních těles je vrstva povlakové hydroizolace šířky 1 m, která je rozdělena na dílčí pole šířky 0,5 m, viz **Tabulka 7-31**.

Tabulka 7-31: Tabulka polí zkušebních sestav pro experiment E4

Experiment č. 4 – Zkušební sestava E4.1														
Šířka [m]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ozn. tělesa	E4.1.1	E4.1.2	E4.1.3	E4.1.4	E4.1.5	E4.1.6			E4.1.7	E4.1.8	E4.1.9	E4.1.10	E4.1.11	E4.1.12
Skladba	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET	BET
	ASF	ASF	ASF	ASF	ASF	ASF		POD	ASF	ASF	ASF	ASF	FOL	FOL
	GEO 300	CUL		GEO 300		GEO 300			GEO 300		GEO 300	GEO 300	GEO 300	GEO 300
	CUL		NOP ↑	NOP ↑	NOP ↓	NOP ↓			NOP* ↑	NOP* ↑	NOP* ↓	NOP* ↓	NOP ↑	NOP ↓
				GEO 300		GEO 300			GEO 300		GEO 300	GEO 300	GEO 300	GEO 300

Experiment č. 4 – Zkušební sestava E4.2														
Šířka [m]			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5						
Ozn. tělesa			E4.2.1	E4.2.2	E4.2.3	E4.2.4								
Skladba			BET	BET	BET	BET	BET	BET						
			ASF	ASF	ASF	ASF		POD						
				GEO 300		GEO 300								
			NOP ↑	NOP ↑	NOP ↓	NOP ↓								
				GEO 300		GEO 300								

Legenda	ASF	Hydroizolace – Asfaltový pás
	FOL	Hydroizolace – Fóliová izolace z mPVC
	GEO 300	Geotextilie $g = 300 \text{ g/m}^2$
	NOP ↑	Nopová fólie orientována nopy k hydroizolaci (výška nopy 8 mm, tvar nopy polokružkovitý)
	NOP ↓	Nopová fólie orientována nopy od hydroizolace (výška nopy 8 mm, tvar nopy polokružkovitý)
	NOP* ↑	Nopová fólie orientována nopy k hydroizolaci (výška nopy 7 mm, tvar nopy hvězdčicový)
	NOP* ↓	Nopová fólie orientována nopy od hydroizolace (výška nopy 7 mm, tvar nopy hvězdčicový)
	BET	Železobetonová stěna rampy vysparovaná vyrovnávací stěrkou
	POD	Tlaková poduška
	CUL	Cihelný úlomek s ostrými hranami (umístěn cca ve výšce 0,3 m)

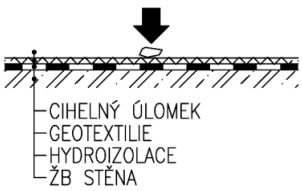
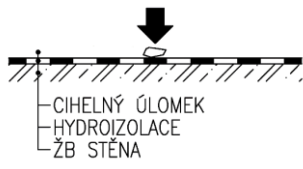
Součástí experimentu je i měření velikosti zatížení, které vyvolá hutnící stroj, viz kapitola 7.5.

7.4.1 Experiment E4.1 (sestava 1)

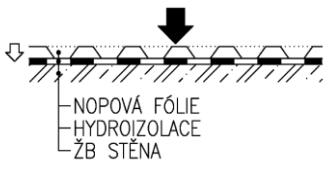
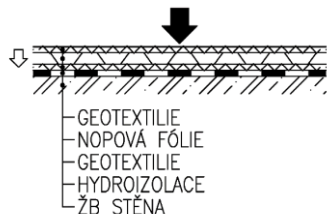
Experiment, kdy je pro hutnění záspy použita vibrační deska. Zkušební tělesa zahrnují varianty, kdy je nopová fólie v přímém kontaktu s povlakovou hydroizolací (skladebná varianta V1) nebo je mezi nopovou fólií a povlakovou hydroizolací vložena separační vrstva z geotextilie (skladebná varianta V2). Na základě poznatků z předchozích experimentů tvoří povlakovou hydroizolaci zkušebních těles především hydroizolace z asfaltových pásů. Nopová fólie je orientována směrem k hydroizolaci i od izolace. Experiment E4.1 zahrnuje i zkušební tělesa s povlakovou hydroizolací z mPVC fólie a variantu, kdy může stavební suť formou cihelného úlomku s ostrými hranami způsobit poškození hydroizolace. Jako separační vrstva vkládaná mezi nopovou fólií a hydroizolací je použita netkaná geotextilie 300 g/m^2 .

7.4.1.1 Zkušební tělesa E4.1

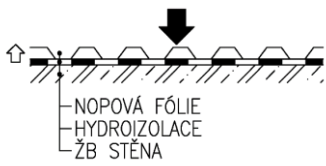
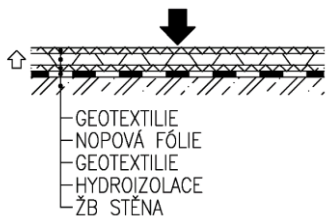
Tabulka 7-32: Zkušební tělesa E4.1.1, E4.1.2

Označení	E4.1.1	E4.1.2
Kód skladby	V2-A-CI-X	V1-A-CI-X
Schéma		
Úlomek	Cihelný úlomek	Cihelný úlomek
Geotextilie	300 g/m ²	
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

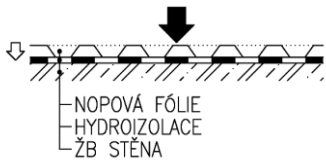
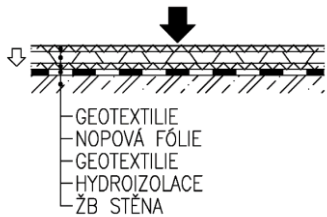
Tabulka 7-33: Zkušební tělesa E4.1.3, E4.1.4

Označení	E4.1.3	E4.1.4
Kód skladby	V1-A-ND-N	V2-A-ND-N
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy k hydroizolaci)
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

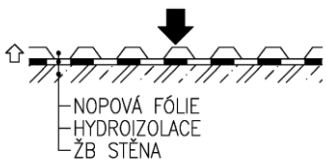
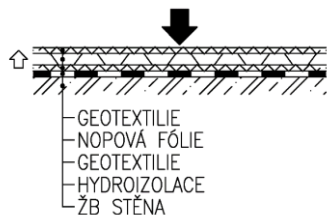
Tabulka 7-34: Zkušební tělesa E4.1.5, E4.1.6

Označení	E4.1.5	E4.1.6
Kód skladby	V1-A-NN-N	V2-A-NN-N
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	N8 (nopy od hydroizolace)	N8 (nopy od hydroizolace)
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

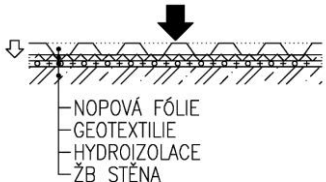
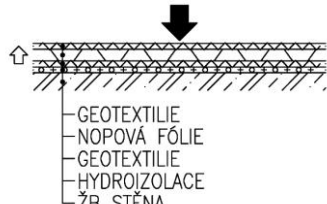
Tabulka 7-35: Zkušební tělesa E4.1.7, E4.1.8

Označení	E4.1.7	E4.1.8
Kód skladby	V1-A-ND-S	V2-A-ND-S
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	STAR (nopy k hydroizolaci)	STAR (nopy k hydroizolaci)
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

Tabulka 7-36: Zkušební tělesa E4.1.9, E1.1.10

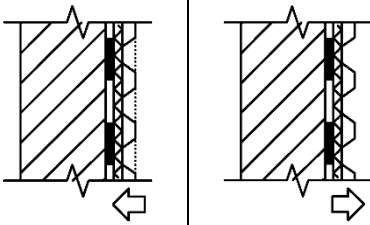
Označení	E4.1.9	E4.1.10
Kód skladby	V1-A-NN-S	V2-A-NN-S
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	STAR (nopy od hydroizolace)	STAR (nopy od hydroizolace)
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

Tabulka 7-37: Zkušební tělesa E4.1.11, E4.1.12

Označení	E4.1.11	E4.1.12
Kód skladby	V2-F-ND-N	V2-F-NN-N
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy od hydroizolace)
Geotextilie	300 g/m ²	300 g/m ²
Hydroizolace	mPVC fólie	mPVC fólie
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

7.4.1.2 Vyhodnocení experimentu E4.1

Tabulka 7-38: Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, polokružlovité nopy, cihelný úlomek

Schéma			Cihelný úlomek v kontaktu s hydroizolačním systémem	
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC		Asfaltové pásy	
Typ nopů	Polokružlovité nopy (N8)			
Druh zatížení	Vibrační deska		Vibrační deska	
Označení	E4.1.11	E4.1.12	E4.1.2	E4.1.1
Kód skladby	V2-F-ND-N	V2-F-NN-N	V1-A-CI-X	V2-A-CI-X
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ano (G300)	ano (G300)	ne	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	–	–
Vada	–	–	protlačení	–
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ano	ne

Vyhodnocení

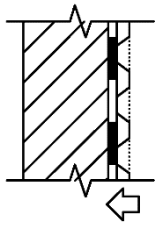
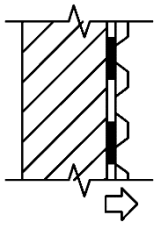
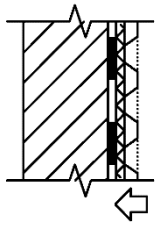
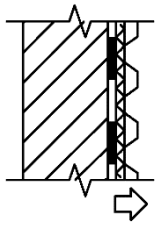
- Zkušební tělesa s hydroizolací z mPVC fólie a ochrannou vrstvou z geotextilie nevykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace nebyly patrné známky otláčení od nopů, jako tomu bylo u dlouhodobého statického zatížení, viz experimenty č. 1 a 3.
- U zkušební tělesa s cihelným úlomkem v přímém kontaktu s hydroizolací z asfaltových pásů došlo k protlačení a poškození horní hydroizolační vrstvy. V případě použití ochranné vrstvy z geotextilie k protlačení a snížení hydroizolační bezpečnost skladby nedošlo.
- U zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznátky

- U obvodových stěn suterénu s povlakovou hydroizolací z mPVC fólie, je jako ochrana proti protlačení i otláčení od nopové fólie plně dostačující geotextilie ($g = 300 \text{ g/m}^2$) vložená mezi hydroizolaci a nopovou fólii.

- U obvodových stěn suterénu s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů, je jako ochrana proti poškození od stavební suti obsahující cihelné úlomky plně dostačující geotextilie ($g = 300 \text{ g/m}^2$).

Tabulka 7-39: Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, polokuželovité nopy

Schéma				
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Typ nopů	Polokuželovité nopy (N8)			
Označení	E4.1.3	E4.1.5	E4.1.4	E4.1.6
Kód skladby	V1-A-ND-N	V1-A-NN-N	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G300)	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	k HI	od HI
Vada	protlačení	protlačení (deformace nopů)	otlačení	otlačení (deformace nopů)
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ano	ne	ne

Vyhodnocení

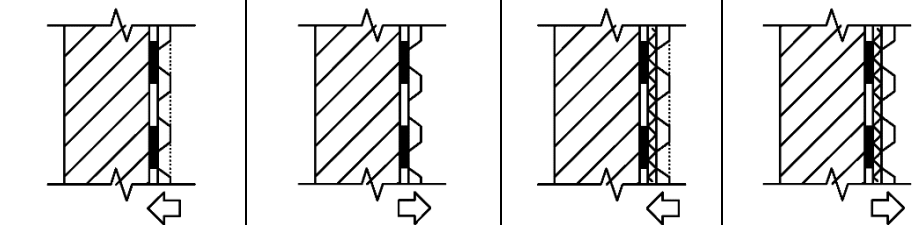
- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů vykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace byly patrné známky protlačení od nopů v případě kdy nopová fólie byla orientována nopy k hydroizolaci i od hydroizolace.
- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů a vloženou vrstvou z geotextilie mezi hydroizolaci a nopovou fólií nevykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace byly patrné známky otlačení od nopů v případě kdy nopová fólie byla orientována nopy k hydroizolaci i od hydroizolace.

- U zkušebních těles, kde byla použita nopová fólie s polokruželovitými nopy orientovanými směrem od hydroizolace docházelo k lokální deformaci nopů a jejich borcení.

Poznatky

- U obvodových stěn suterénu s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů, kdy je zemina hutněna pomocí vibrační desky, je nutné použít jako ochranu proti protlačení od nopové fólie geotextilii ($g = 300 \text{ g/m}^2$ a vyšší).
- Při hutnění pomocí vibrační desky může dojít u nopové fólie s nopy polokruželovitého tvaru orientované směrem od hydroizolace (nopy směřují ke zdroji hutnění) k deformaci nopů a jejich zborcení.

Tabulka 7-40: *Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, hvězdicové nopy*

Schéma				
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Typ nopů	Hvězdicové nopy (STAR)			
Označení	E4.1.7	E4.1.9	E4.1.8	E4.1.10
Kód skladby	V1-A-ND-N	V1-A-NN-N	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G300)	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	k HI	od HI
Vada	protlačení	protlačení	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ano	ne	ne

Vyhodnocení

- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů vykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace byly patrné známky protlačení od nopů v případě, kdy nopová fólie byla orientována nopy k hydroizolaci i od hydroizolace.

- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů a vloženou vrstvou z geotextilie mezi hydroizolací a nopovou fólií nevykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace byly patrné známky otlacení od nopů v případě kdy nopová fólie byla orientována nopy k hydroizolaci i od hydroizolace.
- U zkušebních těles s hydroizolací z asfaltových pásů nedocházelo k deformaci nopů při použití nopové fólie s hvězdicovými nopy.

Poznátky

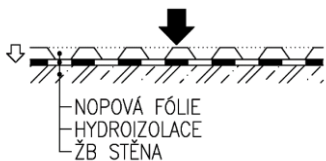
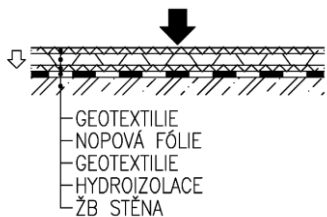
- U obvodových stěn suterénu s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů, kdy je zemina hutněna pomocí vibrační desky, je nutné použít jako ochranu proti protlačení od nopové fólie geotextilii ($g = 300 \text{ g/m}^2$ a vyšší).

7.4.2 Experiment E4.2 (sestava 2)

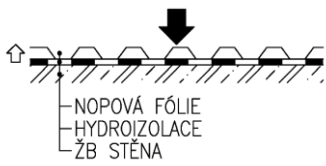
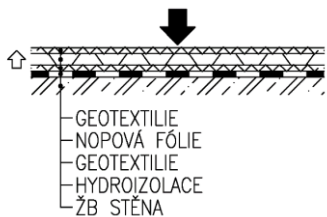
Experiment, kdy je pro hutnění zásypu použit vibrační pěch. Zkušební tělesa zahrnují varianty, kdy je nopová fólie v přímém kontaktu s povlakovou hydroizolací (skladebná varianta V1) nebo je mezi nopovou fólií a povlakovou hydroizolací vložena separační vrstva z geotextilie (skladebná varianta V2). Na základě poznatků z předchozích experimentů tvoří povlakovou hydroizolaci zkušebních těles pouze hydroizolace z asfaltových pásů a nopové fólie polokruželovitého tvaru. Nopová fólie je orientována směrem k hydroizolaci i od izolace. Jako separační vrstva vkládaná mezi nopovou fólií a hydroizolací je použita netkaná geotextilie 300 g/m^2 .

7.4.2.1 Zkušební tělesa E4.2

Tabulka 7-41: Zkušební tělesa E4.2.1, E4.2.2

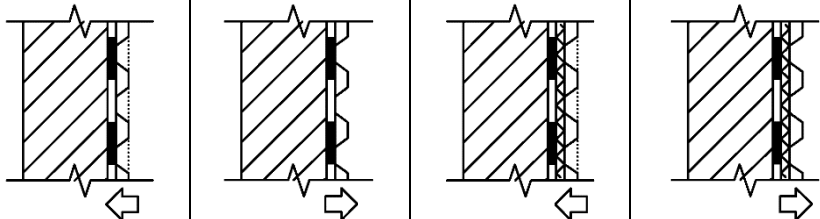
Označení	E4.1.1	E4.1.2
Kód skladby	V1-A-ND-N	V2-A-ND-N
Schéma		
Geotextilie		300 g/m^2
Nopová fólie	N8 (nopy k hydroizolaci)	N8 (nopy k hydroizolaci)
Geotextilie		300 g/m^2
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

Tabulka 7-42: Zkušební tělesa E4.1.3, E4.1.4

Označení	E4.1.3	E4.1.4
Kód skladby	V1-A-NN-N	V2-A-NN-N
Schéma		
Geotextilie		300 g/m ²
Nopová fólie	N8 (nopy od hydroizolace)	N8 (nopy od hydroizolace)
Geotextilie		300 g/m ²
Hydroizolace	Asfaltový pás	Asfaltový pás
Nosná vrstva	Betonová stěna	Betonová stěna

7.4.2.2 Vyhodnocení experimentu E4.2

Tabulka 7-43: Vyhodnocení E4.2 – Vibrační pěch, polokuželovité nopy

Schéma				
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Typ nopů	Polokuželovité nopy			
Označení	E4.2.1	E4.2.3	E4.2.2	E4.2.4
Kód skladby	V1-A-ND-N	V1-A-NN-N	V2-A-ND-N	V2-A-NN-N
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ne	ne	ano (G300)	ano (G300)
Orientace nopové fólie vůči hydroizolaci	k HI	od HI	k HI	od HI
Vada	otlačení	otlačení	otlačení	otlačení
Typ podkladu	tuhý	tuhý	tuhý	tuhý
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne

Vyhodnocení

- Zkušební tělesa s hydroizolací z asfaltových pásů nevykazují zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Na povrchu hydroizolace byly patrné známky protlačení od nopů v případě, kdy nopová fólie byla orientována nopy k hydroizolaci i od hydroizolace.
- Při vložení geotextilie mezi hydroizolaci a nopovou fólií došlo k eliminaci otlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace.
- U žádného ze zkušebních těles nedocházelo k deformaci nopů.

Poznatky

- U obvodových stěn suterénu s povlakovou hydroizolací z asfaltových pásů, kdy je zemina hutněna pomocí vibračního pěchu, je vhodné použít jako ochranu proti otlačení od nopové fólie geotextilii ($g = 300 \text{ g/m}^2$).

7.5 Experiment č. 4 (E4) – Měření zatížení

Cílem experimentu č. 4 je zjištění velikosti zatížení od hutnění, které působí na konstrukci i hydroizolační systémy. Pro tyto účely byla v rámci zkušební sestavy do středního pole osazena kruhová tlaková poduška.



Obrázek 7-5: Instalace tlakové podušky

Tlaková poduška byla instalována ve svislé poloze na železobetonovou stěnu rampy, střed podušky se nacházel cca 100 mm nad upraveným terénem. Poduška byla na svislou plochu fixována pomocí flexibilního tuhnoucího lepidla na dlaždice tl. cca 20 mm. Poduška byla před hutněním první vrstvy obsypána zvlhčeným pískem a tento byl přímo ve styku s hutněnou vrstvou.

V rámci experimentu byla provedena čtyři měření:

1. E4.1 Zásyp z hlíny s příměsí stavební suti hutněný vibrační deskou.

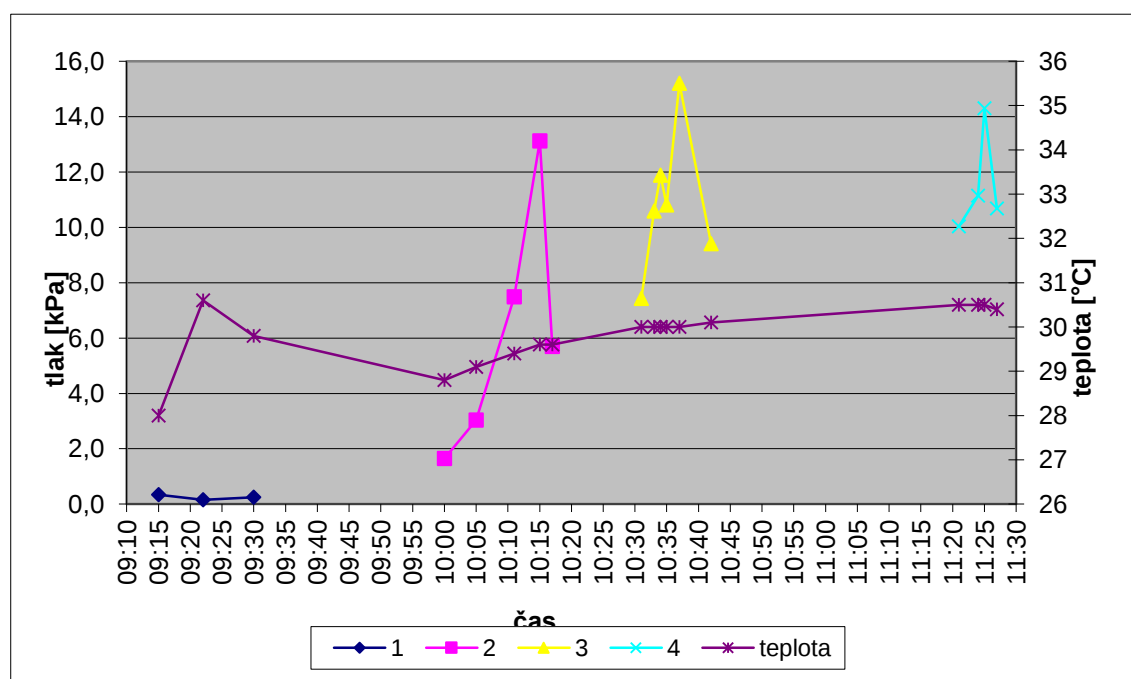
2. E4.2 Zásyp z hlíny s příměsí stavební suti hutněný vibračním pěchem.
3. E4.3 Zásyp z asfaltové drti hutněný vibrační deskou.
4. E4.4 Zásyp ze štěrkodrti 0–32 hutněný vibrační deskou.

Hutnění zásypu bylo prováděno po vrstvách tl. 0,15 m. Pro hutnění je použita vibrační deska BPR 70/70 D a vibrační pěch BS60-2i.

Maximální hodnoty zatížení z experimentálního měření uvádí **Tabulka 7-48**.

7.5.1 Výsledky měření E4.1

Měření zatížení od hutnění zásypu z hlíny s příměsí stavební suti pomocí vibrační desky.



Graf 7-1: Graf s výsledky experimentálního měření E4.1

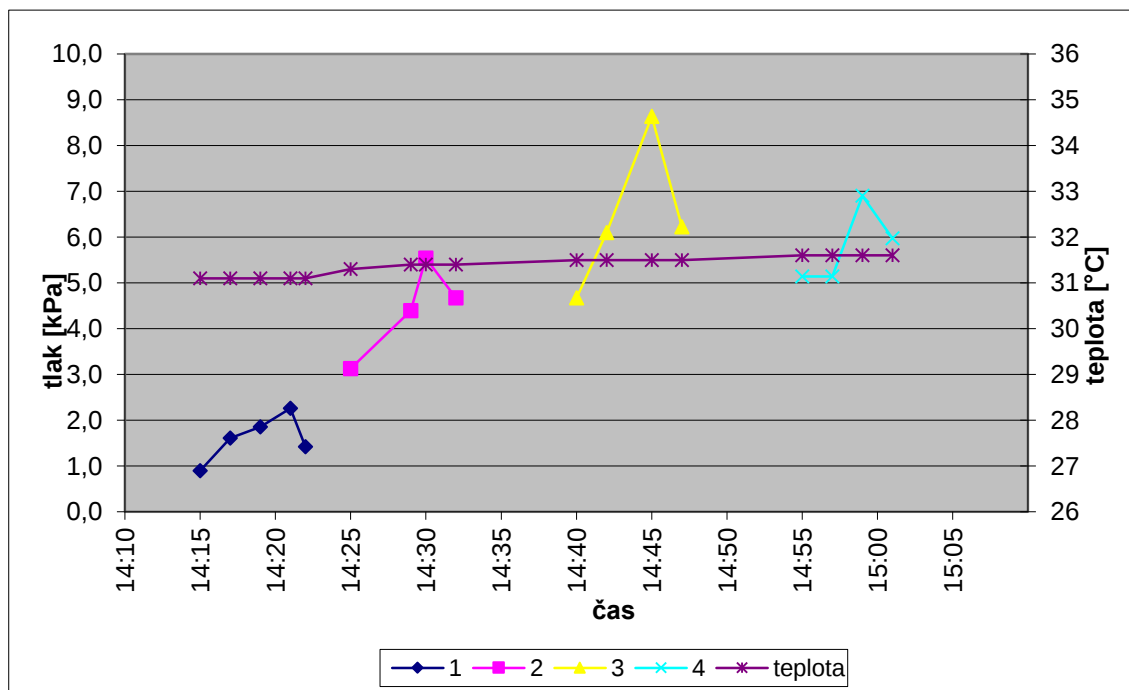
Tabulka 7-44: Výsledky experimentálního měření E4.1

Zemina:	Hlína a stavební suť				
Hutnění:	Vibrační deska BPR 70/70 D				
Datum	Čas	Vrstva		Tlak P [kPa]	Popis
		Ozn.	Výška		
Datum měření: 14. 8. 2015 Datum instalace tlakové podušky 13. 8. 2015 v 8:20	08:35	0		10 = 0,00	před vibrací
	09:15	1	0,15 m	0,34	před vibrací
	09:22			0,15	vibrace
	09:30			0,25	po vibraci
	10:00	2	0,30 m	1,64	před vibrací
	10:05			3,03	vibrace
	10:11			7,49	vibrace
	10:15			13,13	vibrace
	10:17			5,70	po vibraci
	10:31	3	0,45 m	7,43	před vibrací
	10:33			10,59	vibrace
	10:34			11,89	vibrace
	10:35			10,80	vibrace
	10:37			15,20	vibrace
	10:42			9,41	po vibraci
	11:21	4	0,60 m	10,03	před vibrací
	11:24			11,15	vibrace
	11:25			14,30	vibrace
	11:27			10,68	po vibraci

Maximální hodnota zatížení 15,20 kPa.

7.5.2 Výsledky měření E4.2

Měření zatížení od hutnění zásypu z hlíny s příměsí stavební suti pomocí vibračního pěchu.



Graf 7-2: Graf s výsledky experimentálního měření E4.2

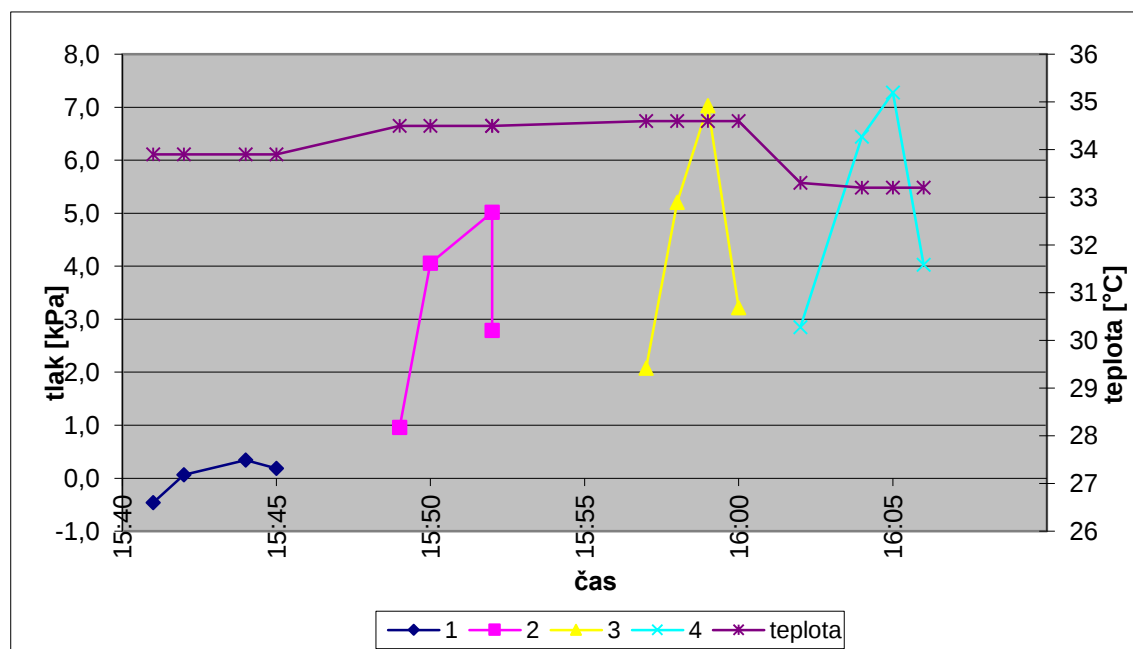
Tabulka 7-45: *Výsledky experimentálního měření E4.2*

Zemina:	Hlína a stavební suť				
Hutnění:	Vibrační pěch BS60-2i				
Datum	Čas	Vrstva		Tlak P [kPa]	Popis
		Ozn.	Výška		
Datum měření: 14. 8. 2015 Datum instalace tlakové podušky 13. 8. 2015 v 8:20	14:15	1	0,15 m	0,90	před vibrací
	14:17			1,61	vibrace
	14:19			1,86	vibrace
	14:21			2,26	vibrace
	14:22			1,42	po vibraci
	14:25	2	0,30 m	3,13	před vibrací
	14:29			4,40	vibrace
	14:30			5,54	vibrace
	14:32			4,67	po vibraci
	14:40	3	0,45 m	4,67	před vibrací
	14:42			6,10	vibrace
	14:45			8,64	vibrace
	14:47			6,22	po vibraci
	14:55	4	0,60 m	5,14	před vibrací
	14:57			5,14	vibrace
	14:59			6,90	vibrace
	15:01			5,98	po vibraci

Maximální hodnota zatížení 8,64 kPa.

7.5.3 Výsledky měření E4.3

Měření zatížení od hutnění zásypu z asfaltové drti pomocí vibrační desky.



Graf 7-3: Graf s výsledky experimentálního měření E4.3

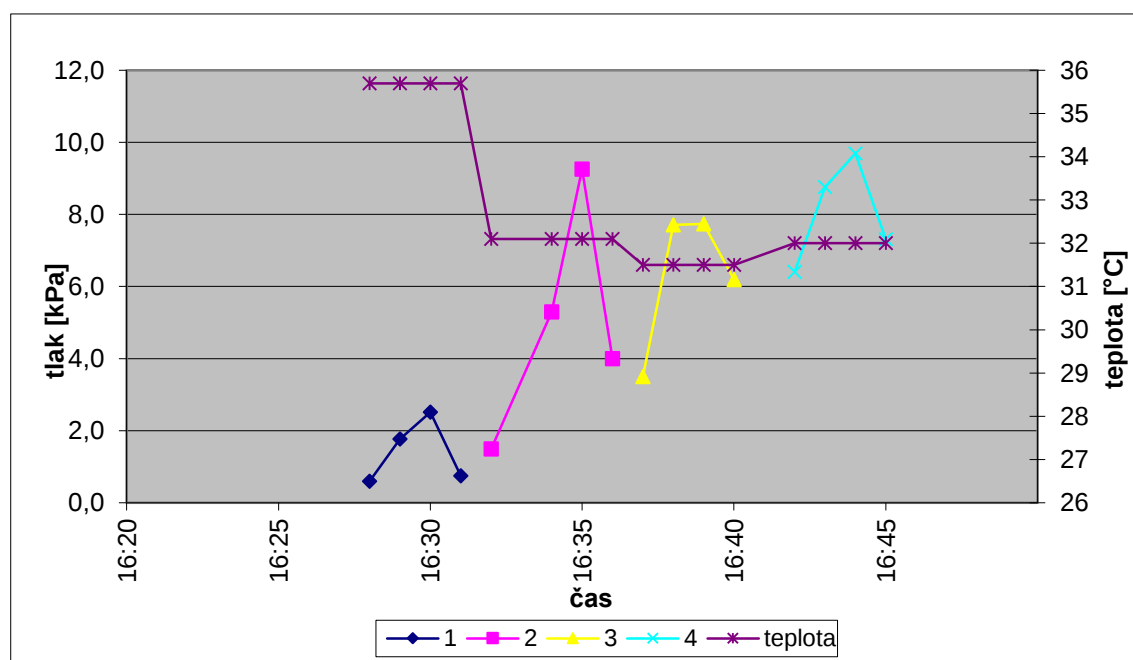
Tabulka 7-46: *Výsledky experimentálního měření E4.3*

Zemina:	Asfaltová drť				
Hutnění:	Vibrační deska BPR 70/70 D				
Datum	Čas	Vrstva		Tlak P [kPa]	Popis
		Ozn.	Výška		
Datum měření: 14. 8. 2015 Datum instalace tlakové podušky 13. 8. 2015 v 8:20	15:41	1	0,15 m	-0,46	před vibrací
	15:42			0,06	vibrace
	15:44			0,34	vibrace
	15:45			0,19	po vibraci
	15:49	2	0,30 m	0,96	před vibrací
	15:50			4,06	vibrace
	15:52			5,02	vibrace
	15:52			2,79	po vibraci
	15:57	3	0,45 m	2,07	před vibrací
	15:58			5,20	vibrace
	15:59			7,03	vibrace
	16:00			3,22	po vibraci
	16:02	4	0,60 m	2,85	před vibrací
	16:04			6,44	vibrace
	16:05			7,28	vibrace
	16:06			4,02	po vibraci

Maximální hodnota zatížení 7,28 kPa.

7.5.4 Výsledky měření E4.4

Měření zatížení od hutnění zásypu ze štěrkodrti 0–32 pomocí vibrační desky.



Graf 7-4: Graf s výsledky experimentálního měření E4.4

Tabulka 7-47: Výsledky experimentálního měření E4.4

Zemina:	Štěrkodrt' 0–32				
Hutnění:	Vibrační deska BPR 70/70 D				
Datum	Čas	Vrstva		Tlak P [kPa]	Popis
		Ozn.	Výška		
Datum měření: 14. 8. 2015 Datum instalace tlakové podušky 13. 8. 2015 v 8:20	16:28	1	0,15 m	0,59	před vibrací
	16:29			1,76	vibrace
	16:30			2,51	vibrace
	16:31			0,74	po vibraci
	16:32	2	0,30 m	1,49	před vibrací
	16:34			5,29	vibrace
	16:35			9,26	vibrace
	16:36			3,99	po vibraci
	16:37	3	0,45 m	3,50	před vibrací
	16:38			7,71	vibrace
	16:39			7,74	vibrace
	16:40			6,19	po vibraci
	16:42	4	0,60 m	6,41	před vibrací
	16:43			8,76	vibrace
	16:44			9,69	vibrace
	16:45			7,31	po vibraci

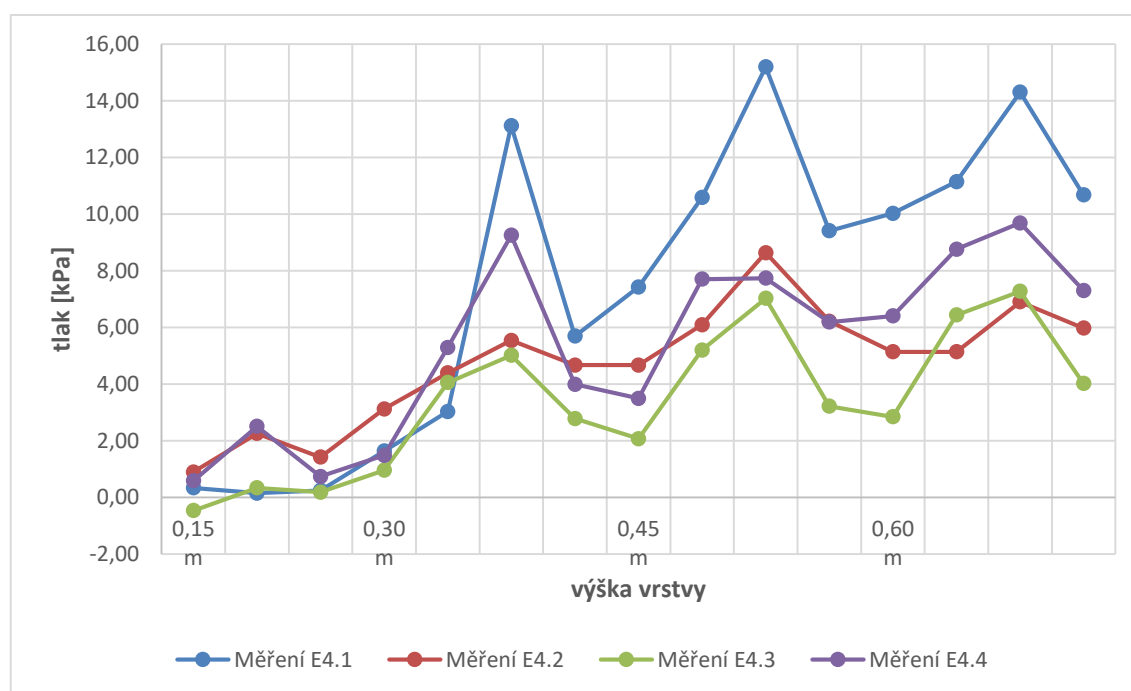
Maximální hodnota zatížení 9,69 kPa.

7.5.5 Porovnání výsledků měření

Maximální hodnota zatížení od hutnění zásypu byla naměřena při hutnění zeminy z hlíny s příměsí stavební suti pomocí vibrační desky. Maximální hodnota zatížení naměřená tlakovou poduškou je $1,520 \text{ kN.m}^{-2}$.

Tabulka 7-48: Porovnání maximální hodnoty zatížení od hutnění

Měření	Zemina	Hutnění	Maximální zatížení	
			[kPa]	[kN.m ⁻²]
E4.1	Hlína a stavební suť	Vibrační deska	15,20	1,520
E4.2	Hlína a stavební suť	Vibrační pěch	8,64	0,864
E4.3	Asfaltová drť	Vibrační deska	7,28	0,728
E4.4	Štěrkodrt' 0–32	Vibrační deska	9,69	0,969



Graf 7-5: Graf s porovnáním naměřených hodnot zatížení experimentálních měření E4.1, E4.2, E4.3, E4.4

8 SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ A EXPERIMENTŮ

8.1 Výpočtové posouzení protlačení

Na základě výpočtového posouzení lze konstatovat, že k překročení dovoleného zatížení povlakových hydroizolací a případnému snížení hydroizolační bezpečnosti skladby od protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace může dojít v případě povlakových izolací z asfaltových pásů použitých pro hydroizolaci obvodové stěny suterénu při výšce zásypu větší jak 7 m.

Z toho lze vyvodit, že u běžných staveb menšího rozsahu (garáže, rodinné domy, apod.) by nemělo docházet k mechanickému poškození vlivem protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace. Vychází se z předpokladu, že u staveb menšího rozsahu je výška suterénu, tzn., výška zásypu, cca 3 m. Ve stavební praxi se však lze přesto setkat s poruchami hydroizolačního systému a mechanickému poškození hydroizolace již u zásypů výšky 2,5–3 m.

8.2 Vliv dlouhodobého statického zatížení

Dlouhodobé zatížení nevyvolalo u sestavy provozní střechy s vegetační vrstvou (E1.1) žádné zjevné vady, které by měly vliv na snížení hydroizolační bezpečnosti. Zjevné vady byly pozorovány až u sestavy obvodové stěny suterénu (E1.2, E2) a na základě experimentu byly zjištěny následující skutečnosti pro:

Povlakové hydroizolace dle použitého materiálu

- Povlakové hydroizolace z mPVC fólie prokázaly dobrou odolnost proti mechanickému poškození od nopové fólie i bez vložené separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací. Na povrchu hydroizolace nebyly pozorovány zjevné vady, které by měly vliv na snížení hydroizolační bezpečnosti.
- Povlakové izolace z asfaltových pásů vykazovaly zjevné vady, které mohou mít vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Docházelo k protlačení nopové fólie do horní vrstvy povlakové hydroizolace. Tato situace nastala v případě nopové fólie orientované nopy k hydroizolaci a absence separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací.

Nopové fólie

- Statickým zatížením působící na nopovou fólie nedošlo k deformaci nopů.
- K protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace docházelo u nopové fólie polokruželovitého i hvězdicového tvaru, orientované nopy směrem k hydroizolaci.

- Kladení nopové fólie nopy směrem od hydroizolace je příznivější stav pro hydroizolační bezpečnost skladby, neboť nopová fólie dosedá větším poměrem plochy na plochu povlakové hydroizolace a zatížení se tak lépe roznáší do plochy.
- Souhrn případů, kdy docházelo k protlačení nopů do povlakové hydroizolace, shrnuje **Tabulka 8-1**.

Tabulka 8-1: Vliv orientace nopové fólie a tvaru nopů na hydroizolační bezpečnost skladby při dlouhodobém statickém zatížení

Nopová fólie – tvar nopy:	Polokuželovitý		Hvězdicový	
Nopová fólie – orientace nopů k hydroizolaci (HI):	k HI	od HI	k HI	od HI
Povlaková izolace: mPVC fólie Geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací: ano	NE	NE	NE	NE
Povlaková izolace: mPVC fólie Geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací: ne	NE	NE	NE	NE
Povlaková izolace: Asfaltové pásy Geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací: ano	NE	NE	NE	NE
Povlaková izolace: Asfaltové pásy Geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací: ne	ANO	NE	ANO	NE

Separační vrstvu z geotextilie vloženou mezi nopovou fólií a hydroizolaci

- Vložení separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolaci se prokázalo jako dostatečná ochrana vůči protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace z asfaltových pásů. Požadavky na dostatečnou ochranu splňuje netkaná geotextilie zpevněná vpichováním o plošné hmotnosti 300 g/m² a vyšší.

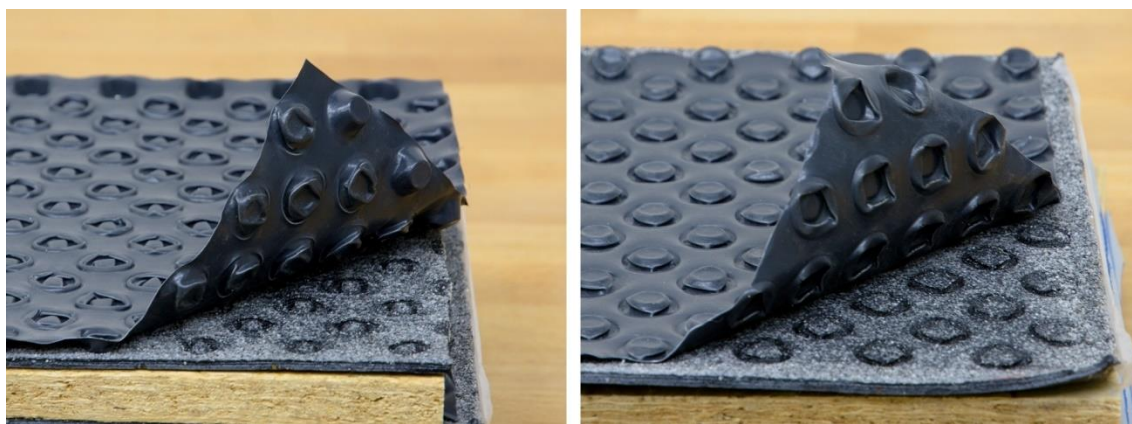
Tuhý a měkký podklad

- Vliv tuhého (OSB deska) a měkkého podkladu (tepelná izolace z EPS, PERIMETR a XPS) nemá na velikost a rozsah protlačení, otláčení výrazný vliv. Na zkušebních tělesech v každém z polí nebyly zřetelné odchylky, které by mohly být vyvolány různým sedáním či nesejnorodostí vrstev nebo přítomností pár desek z tepelné izolace.

8.3 Vliv krátkodobého statického zatížení, kdy dochází k deformaci nopů

V experimentu bylo vnášeno do zkušebních těles krátkodobé statické zatížení, jehož velikost je odvozena od mezní pevnosti v tlaku nopové fólie s nopy polokružlovitého tvaru (N8). Na základě experimentu, byly zjištěny následující skutečnosti:

- Působením zatížení došlo k deformaci nopů formou jejich zborcení.
- Při deformaci nopů, kdy nopová fólie byla orientována nopy od hydroizolace, docházelo při borbění nopu ke vzniku ostrých hran a výstupků.
- Vložení separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací se prokázalo jako dostatečná ochrana vůči protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace z asfaltových pásů i v případě, že dochází k deformaci nopů. Požadavky na dostatečnou ochranu splňuje netkaná geotextilie zpevněná vpichováním o plošné hmotnosti 300 g/m² a vyšší.
- Kladení nopové fólie nopy směrem od hydroizolace, které se v předchozích experimentech jevilo jako příznivější stav pro hydroizolační bezpečnost skladby, má při deformaci nopové fólie za následek vznik ostrých hran a výstupků, což výrazně snižuje hydroizolační bezpečnost skladby. Tyto se u hydroizolace z asfaltových pásů protlačí do horní vrstvy povlakové hydroizolace a mohou být v kombinaci se sedáním zeminy příčinou strhávání hydroizolační hmoty.



Obrázek 8-1: Deformace nopové fólie

8.4 Vliv a velikost krátkodobého dynamického zatížení vyvolaného hutněním zásypu zeminy

Experiment, ve kterém byl zásyp zeminy hutněn pomocí vibrační desky a vibračního pěchu potvrdil úvahu, že závažnost vlivu dynamického zatížení je tím vyšší, čím větší je hutnicí síla hutnicího přístroje.

Při hutnění vibrační deskou docházelo k lokální deformaci nopové fólie s polokruželovitými nopy při orientaci nopové fólie k hydroizolaci i od hydroizolace. U nopové fólie s hvězdicovými nopy k deformaci nedocházelo. Při hutnění vibračním pěchem nebyly pozorovány žádné zjevné vady povlakové hydroizolace ani deformace nopové fólie, které by měly vliv na snížení hydroizolační bezpečnosti.

Vložení separační vrstvy z geotextilie o plošné hmotnosti 300 g/m^2 mezi nopovou fólií a hydroizolaci se prokázalo při hutnění vibrační deskou i vibračním pěchem jako dostatečná ochrana vůči protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace z asfaltových pásů i v případě, že došlo k lokální deformaci nopové fólie. Ochrannou funkci geotextilie splnila i v situaci, kde byl cihelný úlomek umístěn v kontaktu s rozhraním hydroizolační soustavy.

Maximální hodnota zatížení od hutnění zásypu byla naměřena při hutnění zeminy z hlíny s příměsí stavební suti pomocí vibrační desky. Maximální hodnota zatížení naměřená tlakovou poduškou je $1,520 \text{ kN.m}^{-2}$.

9 ZÁVĚR

9.1 Závěry pro technickou praxi

Ve stavební praxi je problematika protlačování povlakových hydroizolací od materiálů s vyšší mechanickou odolností často diskutovaným problémem, který nebyl doposud ověřen. Příkladem jsou skladby provozních střech, kde je nopová fólie využita jako drenážní a ochranná vrstva nebo obvodová stěna suterénního zdiva s nopovou fólií jako svislou drenážní vrstvou. Jelikož je hydroizolační spolehlivost těchto skladeb, obzvláště v případě spodní stavby, poměrně těžko kontrolovatelná, byla provedena v rámci disertační práce sada experimentů, na základě kterých lze vyvodit následující závěry.

Provozní střecha s vegetační vrstvou

Na základě experimentu bylo zjištěno, že u skladby provozní střechy s vegetační vrstvou, kde drenážní vrstvu tvoří nopová fólie s nopy polokuželovitého tvaru (T20) o výšce 20 mm, nehrozí snížení hydroizolační bezpečnosti skladby vlivem protlačení nopové fólie do povlakové hydroizolace. Powlakové hydroizolace z asfaltových pásů i mPVC fólie nevykazovaly zjevné vady, které by měly vliv na hydroizolační bezpečnost skladby. Nopovou fólií lze klást přímo na hydroizolaci. Toto platí, pokud stálé zatížení nepřesáhne velikost $3,54 \text{ kN.m}^{-2}$ (vegetační vrstva tl. 0,35 m).

Obvodová stěna suterénu

Sada experimentů prokázala, že v důsledku krátkodobého dynamického zatížení od hutnění pomocí vibrační desky nebo při nevhodném ukládání zeminy může dojít k deformaci nopové fólie. Deformace nopové fólie může mít za následek vznik ostrých hran a výstupků, které mohou narušovat hydroizolační hmotu povlakové hydroizolace formou protlačení nebo trhlin. Protlačení nopů do horní vrstvy povlakové hydroizolace se projevuje zejména u asfaltových pásů, které nejsou chráněny vložním separační vrstvy z geotextilie mezi nopovou fólií a hydroizolací. V důsledku sedání zeminy může pak dojít ke strhávání hydroizolační hmoty a snížení hydroizolační bezpečnosti skladby.

Obecně lze konstatovat, že pro zajištění spolehlivého fungování hydroizolační soustavy a snížení možných dopadů mechanického poškození od konstrukční izolace tvořené nopovou fólií platí, že:

- Nopové fólie je nutno od povlakové hydroizolace oddělit vždy pomocí separační vrstvy z netkané geotextilie bez ohledu způsobu kladení nopové fólie (orientaci nopů).
- Požadavky na dostatečnou ochranu splňuje netkaná geotextilie zpevněná vpichováním o plošné hmotnosti 300 g/m^2 a vyšší.

Výše uvedené bylo zkoušeno v podmínkách pro stavby menšího rozsahu (garáže, rodinné domy, apod.), kde výška suterénu, tzn. výška zásypu, není větší jak 3 m.

V rámci disertační práce bylo prokázáno, že je nezbytné se při návrhu hydroizolačních konstrukcí zabývat vzájemnou kompatibilitou použitých prvků a uvažovat nejenom v kontextu hydroizolační účinnosti samotné hlavní hydroizolační vrstvy. Náležitá pozornost by měla být věnována i dalším vrstvám v hydroizolačním systému a faktorům, které mohou mít vliv na jeho hydroizolační účinnost a spolehlivost.

9.2 Možnosti dalšího pokračování a výzkumu

Pro další výzkum problematiky mechanického poškození povlakových hydroizolací lze navrhnout následující témata:

- Sestavení počítačového modelu a simulace účinků statického a dynamického zatížení. Definice a zohlednění účinků dynamického zatížení působícího na hlavní hydroizolační vrstvu v rámci výpočtového modelu.
- Zaměření výzkumu na porovnání účinků smykových a rázových sil, které jsou vyvolány automobily ve skladbách provozních střech.
- Provedení experimentu, který by zohlednil další druhy materiálů, jež mohou být v kontaktu s povlakovou hydroizolací a zároveň vystaveny namáhání od statického nebo dynamického zatížení.
- Provedení experimentu pro mechanickou odolnost povlakových hydroizolací v reálných podmínkách, kdy dochází k jejich údržbě, např. odklizení sněhu.

10 SEZNAM ZDROJŮ

10.1 Seznam publikovaných prací autora

2009

1. REMEŠ, J. Jak správně nakreslit stavební detail. *Střechy, fasády, izolace*, 2009, roč. 15, č. 1, s. 40-41. ISSN: 1212-0111.
2. REMEŠ, J. Využití polystyrenu ve stavebnictví. *Střechy, fasády, izolace*, 2009, roč. 15, č. 10, s. 36-39. ISSN: 1212-0111.
3. REMEŠ, J. Využití polystyrenu ve střeších a při zateplení objektů. *Střechy, fasády, izolace*, 2009, roč. 15, č. 11, s. 52-56. ISSN: 1212-0111.

2010

4. REMEŠ, J. Polystyren přehledně. *Střechy, fasády, izolace*, 2010, roč. 16, č. 9, s. 54-54. ISSN: 1212-0111.
5. REMEŠ, J. Návrh počtu zařizovacích předmětů. *TZB- info*, 2010, roč. 6913, č. 7, s. 1-2. ISSN: 1801-4399.

2011

6. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Podlahové plochy ve stavebnictví. In *Sborník anotací konference Juniorstav 2011, 13. Odborná konference doktorského studia*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2011. s. 28-28. ISBN: 978-80-214-4232- 0.
7. HEJNÝ, L.; REMEŠ, J. Podlahové plochy v tepelně technických výpočtech. In *Sborník anotací konference Juniorstav 2011, 13. Odborná konference doktorského studia*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2011. s. 62-62. ISBN: 978-80-214-4232- 0.
8. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Plochy ve stavebnictví : 1. díl - podlahové plochy. *Střechy, fasády, izolace*, 2011, roč. 18, č. 3, s. 12-13. ISSN: 1212-0111.
9. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Plochy ve stavebnictví : 2. díl - Podlahová plocha v tepelnotechnických výpočtech. *Střechy, fasády, izolace*, 2011, roč. 18, č. 4, s. 14-15. ISSN: 1212-0111.
10. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Plochy ve stavebnictví : 3. díl - Plochy ostatní. *Střechy, fasády, izolace*, 2011, roč. 18, č. 5, s. 17-19. ISSN: 1212-0111.
11. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Plochy ve stavebnictví a nejasnosti s jejich definováním. *Materiály pro stavbu*, 2011, roč. 17, č. 8, s. 14-16. ISSN: 1213-0311.

2012

12. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Spádové vrstvy z tepelné izolace v plochých střeších. In *Sborník anotací konference Juniorstav 2011, 13. Odborná konference doktorského studia*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2012. s. 60-60. ISBN: 978-80-214-4393- 8.

13. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Tepelnětechnické hodnocení spádových vrstev z tepelné izolace v plochých střeších. *Tepelná ochrana budov*, 2012, roč. 15, č. 1, s. 6-10. ISSN: 1213-0907.
14. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Tepelně technické hodnocení spádových vrstev z tepelné izolace v plochých střeších. In *LOPFAS Lehké Obvodové Pláště Fasády a Střechy: Sborník k odbornému celostátnímu semináři*. Ústí nad Labem: STAVOKONZULT, 2012. s. 153-159.
15. REMEŠ, J.; HEJNÝ, L. Ploché střechy se spádovou vrstvou z tepelné izolace. *Realizace staveb*, 2012, roč. VII, č. 03/ 2012, s. 16-17. ISSN: 1802-0631.
16. REMEŠ, J.; UTÍKALOVÁ, I.; KACÁLEK, P.; KALOUSEK, L.; PETŘÍČEK, T. *Stavební příručka: To nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů*. Stavitel. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN: 978-80-247-3818- 5.

2013

17. HLAVSA, P.; KOMÍNKOVÁ, K.; REMEŠ, J.; RAŠOVSKÁ, L. Zastavěná plocha stavby dle stavebního zákona a komplikovanost jejího stanovení. *TZB- info*, 2013, roč. 15, č. 21, s. 1-14. ISSN: 1801-4399.

2014

18. REMEŠ, J.; UTÍKALOVÁ, I.; KACÁLEK, P.; KALOUSEK, L.; PETŘÍČEK, T. a kol. *Stavební příručka: To nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů, 2., aktualizované vydání*. Stavební příručka: To nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů, 2., aktualizované vydání. Stavitel. Praha: Grada Publishing, 2014. s. 1-248. ISBN: 978-80-247-5142- 9.
19. CIMALA, L.; NOVOTNÝ, J.; REMEŠ, J.; VYHNÁLEK, R. *Revit ve stavební praxi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. 163 s. ISBN: 978-80-214-4965-7.

2015

20. REMEŠ, J. Vliv zatížení na spolehlivost hydroizolační vrstvy spodní stavby. In *Sborník 16. ročníku konference Izolace 2015*. Praha: A.W.A.L. s.r.o., 2015. s. 67-75. ISBN: 978-80-905755-0- 9.
21. PLECHÁČ, Z.; REMEŠ, J. Nopové fólie ve skladbách suterénů. *DEKTIME*, 2015, roč. 2015, č. 01, s. 34-41. ISSN: 1802-4009.
22. OKŘINOVÁ, P. Podlahové plochy ve správě budov. In *Sborník anotací konference Junior Forensic Science Brno 2015*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Údolní 244/53, 602 00 Brno, 2015. s. 1-9. ISBN: 978-80-214-5145- 2.

2016

23. STANČÍK, A.; REMEŠ, J. Lighting and Daylighting Analysis with BIM. In 8th International Scientific Conference of Civil Engineering and Architecture for PhD. Students and Young Scientist below 35 years old. Košice: Technical University of Košice, Faculty of Civil Engineering, 2016. p. 1-7. ISBN: 978-80-553-2537- 8.

24. REMEŠ, J.; HLAVSA, P.; KOLÁŘ, R. Obytné místnosti a podlahová plocha v prostorách se šikmými stropy. TZB- info, 2016, č. -, s. 1-12. ISSN: 1801-4399.
25. REMEŠ, J.; BRZON, R.; PETŘÍČEK, T.; HORÁK, J. Moisture diagnostic of a failed roof drainage situated behind a parapet wall and a subsequent condensate influence to a wooden construction. In MATEC Web of Conferences. Volume 93. Les Ulis: EDP Sciences, 2016. p. 1-7. ISBN: 978-2-7598-9012- 5.

2017

26. HORÁK, J.; REMEŠ, J. Práce s informacemi v BIM modelu. In *Sborník abstraktů při 19. odborné konferenci doktorského studia, Juniorstav 2017*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2017. s. 1-7. ISBN: 978-80-214-5462- 0.

10.2 Seznam použitých podkladů

- [1] ČESKÁ HYDROIZOLAČNÍ SPOLEČNOST, . Směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – Ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti. In: *Směrnice ČHIS 01* [online]. 2014 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://hydroizolacnispolecnost.cz/smernice-chis-01>
- [2] DÖRKEN, . *DELTA-MS: Srovnání profilovaných fólií zatížených 168 hodin*. Praha, b.r.
- [3] ČSN EN 12730. *Hydroizolační pásy a fólie - Asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech - Stanovení odolnosti proti statickému zatížení*. 8.2001. Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [4] ČSN P 73 0600. *Hydroizolace staveb - Základní ustanovení*. 11.2000. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [5] ČSN 73 1901. *Navrhování střech - Základní ustanovení: Změna : Z1*. 5.2013. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [6] ADAMSKÁ, Gabriela. *Hydroizolácie spodných stavieb: technické parametre, hydroizolačné konštrukcie, komponenty hydroizolácií, realizačné firmy, dodávateľia*. Vyd. 1. Bratislava: Eurostav, 2006, 135 s. ISBN 80-892-2804-6.
- [7] BALÍK, Michael. *Odvhlčování staveb*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 286 s. ISBN 80-247-0765-9.
- [8] Hydroizolace spodní stavby rodinného domu. In: *Stavimbydlim.cz* [online]. 2016. Dostupné také z: <http://stavimbydlim.cz/jak-postavit-dum-hydroizolace-spodni-stavby/>
- [9] Nopová folie – GUTTA: Nopová folie Guttabeta T20. In: *GUTTA - Original Store* [online]. b.r. Dostupné také z: <https://www.guttashop.cz/nopova-folie-guttabeta-t20-.7986/>
- [10] Polystyren. In: *Stavebniny Milan Řezáč* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.stavebniny-rezac.cz/stavebniny-rezac/eshop/8-1-Tepelne-izolace/34-2->

Polystyren

- [11] DELTA – drenáž, izolace a ochrana spodní stavby. In: *Dörken* [online]. Praha, b.r. Dostupné také z: <http://www.doerken.com/media/docs/cz/05-prospekte/Spodni-stavba-skladacka.pdf>
- [12] *Hydroizolace Fatrafol: Střešní, zemní a vodní izolace* [online]. In: . b.r. Dostupné také z: <http://www.fatrafol.cz/>
- [13] ČSN EN ISO 604. *Plasty – Stanovení tlakových vlastností*. 4.2004. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [14] PLECHÁČ, Zdeněk a Josef REMEŠ. Nopové fólie ve skladbách suterénů. *DEKTIME: Časopis společnosti DEK pro projektanty a architekty* [online]. Praha, 2015, **2015**(01), 34–41. ISSN 1802-4009. Dostupné také z: https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/DEKTIME/dektime-2015-01.pdf
- [15] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. 3.2004. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [16] ČSN 73 0035. *Zatížení stavebních konstrukcí*. 2.1988. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1988.
- [17] PILGR, Milan. *Zatížení konstrukcí*. b.r. Dostupné také z: http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO01/BO01_cvi_04.pdf
- [18] Reverzní vibrační desky. In: *Wacker Neuson* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.wackerneuson.cz/cs/vyrobky/hutneni/vibracni-desky/reverzni-vibracni-desky/>
- [19] Tampers. In: *BOMAG* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.bomag.com/world/en/products.htm>
- [20] CECH KLEMPÍŘŮ, POKRÝVAČŮ A TESAŘŮ ČR. *Základní pravidla pro navrhování a realizaci plochých střech a hydroizolace spodní stavby*. Vyd. 1. Praha: Cech klempířů, pokrývačů a tesařů ČR, 2003, 122 s. ISBN 80-239-0247-4.
- [21] ČSN P 73 0606. *Hydroizolace staveb - Povlakové hydroizolace - Základní ustanovení*. 11.2000. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [22] BOHUSLÁVEK, Petr, Vladimír HORSKÝ a Štěpánka JAKOUBKOVÁ. *Vegetační střechy a střešní zahrady: Skladby a detaily – únor 2009*. DEKTRADE, 2009.
- [23] KÁNĚ, Luboš, Ctibor HŮLKA, Jiří TOKAR a Tomáš PETERKA. *KUTNAR – Izolace spodní stavby: Skladby a detaily – únor 2009*. DEKTRADE, 2009.
- [24] ČSN 73 0037. *Zemní tlak na stavební konstrukce*. 11.1991. Praha: Český normalizační institut, 1991.
- [25] Pneumatische Werkstattpressen. In: *Bernardo* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.bernardo.at/shop/de/blechbearbeitung/pneumatische-werkstattpressen/pneumatische-werkstattpressen.html>

-
- [26] Vibrační deska reverzní BOMAG BPR 70/70 D. *VMP stavební technika* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.vmphk.cz/product/detail/105/>
- [27] Vibrační pěch s 2taktním motorem WACKER NEUSON BS 60-2. *VMP stavební technika* [online]. b.r. Dostupné také z: <http://www.vmphk.cz/product/detail/116/>
- [28] *Profilované fólie: DEKDREN*. 2015|08. Praha: Atelier DEK, 2015.
- [29] *Technický list: Guttabeta STAR 400 / 500*. Praha: GUTTA ČR, b.r.
- [30] *Hydroizolační materiály: FILTEK*. 2016|01. Praha: Atelier DEK, 2016.
- [31] *Hydroizolační materiály: ALKORPLAN 35034*. 2014|04. Praha: Atelier DEK, 2014.
- [32] *Hydroizolační materiály: DEKPLAN*. 2016|01. Praha: Atelier DEK, 2016.
- [33] *Hydroizolační materiály: ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL*. 2015|06. Praha: Atelier DEK, 2015.
- [34] *Hydroizolační materiály: ELASTEK 50 GARDEN*. 2015|06. Praha: Atelier DEK, 2015.
- [35] *Hydroizolační materiály: GLASTEK 30 STICKER PLUS*. 2016|01. Praha: Atelier DEK, 2016.
- [36] *Hydroizolační materiály: GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL*. 2015|06. Praha: Atelier DEK, 2015.
- [37] *Stabilizované desky z pěnového polystyrenu: Isover EPS 100*. 1. 3. 2016. Praha: Saint-Gobain Construction Products CZ, 2016.
- [38] *Tepelněizolační materiály: DEKPERIMETER*. 2015|06. Praha: Atelier DEK, 2015.
- [39] *Technický list: FIBRANxps*. Leden 2017. Novo mesto, 2017.
- [40] *Earth Pressure Cells*. REV. 07. Masate: SISGEO, 2011.
- [41] PAZDÍREK, Otakar. *Geotechnické práce a měření*. 2014.

10.3 Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Schéma objektu a namáhaných hydroizolačních konstrukcí.....	15
Obrázek 2-2: Skladba asfaltového pásu [8].....	20
Obrázek 2-3: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – vzduchová dutina.....	21
Obrázek 2-4: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – ochranná přizdívka	22
Obrázek 2-5: Příklad konstrukční ochrany hydroizolace – nopová fólie.....	23
Obrázek 2-6: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – nopová fólie v detailním pohledu (vlevo) a roli, ve které je dodávána [9]	23
Obrázek 2-7: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – textilie.....	24
Obrázek 2-8: Příklad materiálu konstrukční ochrany hydroizolace – deska XPS [10].	25
Obrázek 2-9: Nopová fólie s polokruželovitým a hvězdicovým tvarem nopů.....	25
Obrázek 2-10: Příklad skladby obvodové stěny suterénu [11]	26
Obrázek 2-11: Příklad skladby provozní – vegetační střechy [12]	27
Obrázek 2-12: Schéma způsobu aplikace nopové fólie	27
Obrázek 2-13: Detail zabudování nopové fólie – nopy orientovány k hydroizolaci	28
Obrázek 2-14: Detail zabudování nopové fólie – nopy orientovány od hydroizolace..	29
Obrázek 2-15: Pohled na stěnu garáže přilehající k zemině	30
Obrázek 2-16: Pohled na stěnu garáže a zkonsolidovanou část zásypu.....	30
Obrázek 2-17: Poškození hydroizolace způsobené protlačením nopů vlivem hutnění....	31
Obrázek 2-18: Poškození hydroizolace stržením nopové fólie vlivem konsolidace zásypu.....	31
Obrázek 5-1: Spojité a osamělé síly [16]	35
Obrázek 5-2: Hutnicí stroj – vibrační deska [18].....	37
Obrázek 5-3: Hutnicí stroj – vibrační pěch [19]	37
Obrázek 5-4: Schéma objektu a řešených skladeb konstrukcí	39
Obrázek 5-5: Schéma skladby STR-VEG	40
Obrázek 5-6: Schéma skladby STE.....	40
Obrázek 5-7: Působení zatížení na střešní konstrukci.....	40
Obrázek 5-8: Působení zatížení na obvodovou stěnu suterénu	41
Obrázek 5-9: Napětí v základové půdě	41
Obrázek 5-10: Průběh geostatického napětí.....	43
Obrázek 5-11: Schéma s vyznačením roviny styčných ploch nopů.....	47
Obrázek 6-1: Schéma zkušební sestavy rozměru 1 000×1 000 mm	53
Obrázek 6-2: Schéma zkušební sestavy rozměru 500×500 mm	53
Obrázek 6-3: Schéma zkušební sestavy rozměru 500×500 mm	54
Obrázek 6-4: Hydraulický lis Bernardo [25].....	54
Obrázek 6-5: Schéma zkoušky zatížení od hutnění	55
Obrázek 6-6: Skladebné varianty zkušebních těles.....	56
Obrázek 6-7: Schéma skladby zkušebního tělesa	57
Obrázek 6-8: Materiály pro zkušební tělesa.....	58
Obrázek 6-9: Zjevné vady otlačení (vlevo), protlačení (vpravo)	67

Obrázek 7-1: Pohled na zkušební sestavy experimentu E1	70
Obrázek 7-2: Pohled na zkušební sestavu experimentu E2.....	82
Obrázek 7-3: Detailní pohled na zkušební sestavu při zatížení	91
Obrázek 7-4: Pohled na zkušební sestavu experimentu E4.....	97
Obrázek 7-5: Instalace tlakové podušky	107
Obrázek 8-1: Deformace nopové fólie	119

10.4 Seznam tabulek

Tabulka 5-1: Seznam variant skladeb konstrukcí	39
Tabulka 5-2: Hodnoty součinitelů pro vybrané druhy zemin	44
Tabulka 5-3: Výpočet stálého zatížení – Provozní střecha.....	45
Tabulka 5-4: Hodnoty zatížení zemním tlakem v závislosti na výšce h.....	46
Tabulka 5-5: Hodnoty koeficientu pro přepočet zatížení v oblasti styčných ploch...	47
Tabulka 5-6: Přehled zatížení pro provozní střechu	48
Tabulka 5-7: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 1.....	48
Tabulka 5-8: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 2.....	48
Tabulka 5-9: Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu – část 3.....	49
Tabulka 5-10: Posouzení statických účinků	49
Tabulka 6-1: Měření hmotnosti dlaždice	51
Tabulka 6-2: Legenda značení kódu skladby zkušebních těles	57
Tabulka 6-3: Vybrané vlastnosti materiálů – nopové fólie [28], [29]	60
Tabulka 6-4: Vybrané vlastnosti materiálů – geotextilie [30]	61
Tabulka 6-5: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z fólií [31], [32]	61
Tabulka 6-6: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z asfaltových pásů – část 1 [33], [34]	62
Tabulka 6-7: Vybrané vlastnosti materiálů – povlakové hydroizolace z asfaltových pásů – část 2 [35], [36]	63
Tabulka 6-8: Vybrané vlastnosti materiálů – tepelné izolace [37], [38], [39]	63
Tabulka 7-1: Zkušební tělesa E1.1.1, E1.1.2	71
Tabulka 7-2: Zkušební tělesa E1.1.3, E1.1.4	71
Tabulka 7-3: Zkušební tělesa E1.1.5, E1.1.6	71
Tabulka 7-4: Zkušební tělesa E1.1.7, E1.1.8	72
Tabulka 7-5: Vyhodnocení experimentu E1.1 – Nopy polokruželovitého tvaru, měkký podklad	73
Tabulka 7-6: Zkušební tělesa E1.2.1, E1.2.2	75
Tabulka 7-7: Zkušební tělesa E1.2.3, E1.2.4	76
Tabulka 7-8: Zkušební tělesa E1.2.5, E1.2.6	76
Tabulka 7-9: Zkušební tělesa E1.2.7, E1.2.8	77
Tabulka 7-10: Zkušební tělesa E1.2.9, E1.2.10	77

Tabulka 7-11: Zkušební tělesa E1.2.11, E1.2.12	78
Tabulka 7-12: Zkušební tělesa E1.2.13, E1.2.14	78
Tabulka 7-13: Vyhodnocení E1.2 – Nopy polokoužlovitého tvaru, tuhý podklad	79
Tabulka 7-14: Vyhodnocení E1.2 – Nopy polokoužlovitého tvaru, měkký podklad ..	80
Tabulka 7-15: Zkušební tělesa E2.1, E2.2	83
Tabulka 7-16: Zkušební tělesa E2.3, E2.4	83
Tabulka 7-17: Zkušební tělesa E2.5, E2.6	83
Tabulka 7-18: Zkušební tělesa E2.7, E2.8	84
Tabulka 7-19: Zkušební tělesa E2.9, E2.10	84
Tabulka 7-20: Zkušební tělesa E2.11, E2.12	85
Tabulka 7-21: Zkušební tělesa E.2.13, E.2.14	85
Tabulka 7-22: Zkušební těleso E2.15	86
Tabulka 7-23: Vyhodnocení E2 – Nopy hvězdicového tvaru, tuhý podklad.....	87
Tabulka 7-24: Vyhodnocení E2 – Nopy polokoužlovitého tvaru, tuhý podklad	89
Tabulka 7-25: Zkušební tělesa E3.1.1, E3.1.2	92
Tabulka 7-26: Zkušební tělesa E3.1.3, E3.1.4	92
Tabulka 7-27: Vyhodnocení E3.1 – Nopy polokoužlovitého tvaru, tuhý podklad	93
Tabulka 7-28: Zkušební tělesa E3.2.1, E3.2.2	95
Tabulka 7-29: Zkušební tělesa E3.2.3, E3.2.4	95
Tabulka 7-30: Vyhodnocení E3.2 – Nopy polokoužlovitého tvaru, tuhý podklad	96
Tabulka 7-31: Tabulka polí zkušebních sestav pro experiment E4	98
Tabulka 7-32: Zkušební tělesa E4.1.1, E4.1.2	99
Tabulka 7-33: Zkušební tělesa E4.1.3, E4.1.4	99
Tabulka 7-34: Zkušební tělesa E4.1.5, E4.1.6	100
Tabulka 7-35: Zkušební tělesa E4.1.7, E4.1.8	100
Tabulka 7-36: Zkušební tělesa E4.1.9, E1.1.10	101
Tabulka 7-37: Zkušební tělesa E4.1.11, E4.1.12	101
Tabulka 7-38: Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, polokoužlovité nopy, cihelný úlolek	102
Tabulka 7-39: Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, polokoužlovité nopy	103
Tabulka 7-40: Vyhodnocení E4.1 – Vibrační deska, hvězdicové nopy.....	104
Tabulka 7-41: Zkušební tělesa E4.2.1, E4.2.2	105
Tabulka 7-42: Zkušební tělesa E4.1.3, E4.1.4	106
Tabulka 7-43: Vyhodnocení E4.2 – Vibrační pěch, polokoužlovité nopy.....	106
Tabulka 7-44: Výsledky experimentálního měření E4.1	109
Tabulka 7-45: Výsledky experimentálního měření E4.2	111
Tabulka 7-46: Výsledky experimentálního měření E4.3	113
Tabulka 7-47: Výsledky experimentálního měření E4.4	115
Tabulka 7-48: Porovnání maximální hodnoty zatížení od hutnění.....	116
Tabulka 8-1: Vliv orientace nopové fólie a tvaru nopů na hydroizolační bezpečnost skladby při dlouhodobém statickém zatížení	118

10.5 Seznam grafů

Graf 7-1: Graf s výsledky experimentálního měření E4.1	108
Graf 7-2: Graf s výsledky experimentálního měření E4.2.....	110
Graf 7-3: Graf s výsledky experimentálního měření E4.3.....	112
Graf 7-4: Graf s výsledky experimentálního měření E4.4.....	114
Graf 7-5: Graf s porovnáním naměřených hodnot zatížení experimentálních měření E4.1, E4.2, E4.3, E4.4	116

10.6 Seznam použitých zkratk

APP	modifikace asfaltových pásů příměsí ataktického polypropylénu
EPS	expandovaný polystyren
FLL	atest hydroizolací odolnosti proti prorůstání kořínků
G300	geotextilie o plošné hmotnosti $g = 300 \text{ g/m}^2$
G500	geotextilie o plošné hmotnosti $g = 500 \text{ g/m}^2$
HDPE	vysokohustotní polyetylen
HI	hydroizolace
KCE	konstrukce
LDPE	nízkohustotní polyetylen
mPVC	měkčený polyvinylchlorid
OSB	dřevotřísková deska, oriented strand board
ozn.	označení
PVC	polyvinylchlorid
PVC-P	měkčený polyvinylchlorid
SBS	modifikace asfaltových pásů příměsí styren-butadien-styren
STE	skladba obvodové stěny suterénu
STR-VEG	skladba provozní střechy s vefetační vrstvou
tl.	tloušťka

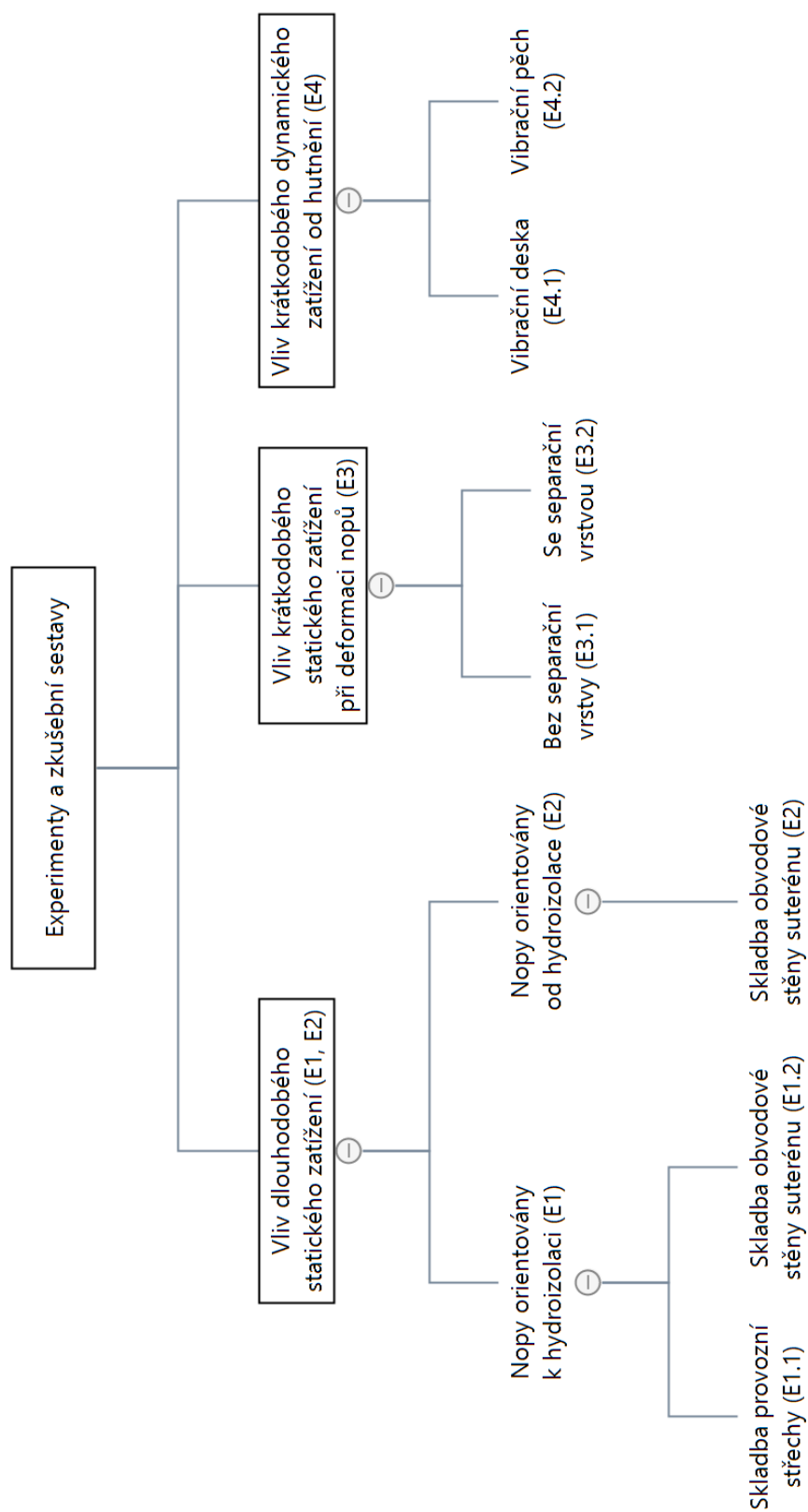
TPO	termoplastické polyolefiny
UV	ultrafialové záření (sluneční záření)
XPS	extrudovaný polystyren

10.7 Seznam použitých symbolů

b	zatěžovací šířka [m]
γ	objemová tíha zeminy [kN.m^{-3}]
γ_f	součinitel zatížení [–]
E	modul pružnosti
ε_x	poměrná deformace (přetvoření)
F	osamělé síly [N]
F_d	výpočtová hodnota zatížení [N]
F_n	normová hodnota zatížení [N]
g	tíhové zrychlení [N.kg^{-1}]
g_k	zatížení charakteristické [kN.m^{-2}]
h	hloubka [m]
K_r	součinitel zemního tlaku [–]
l	zatěžovací délka [m]
q^{3D}	objemové síly [kN.m^{-3}]
q^{2D}	plošné síly [kN.m^{-2}]
q^{1D}	liniové síly [kN.m^{-1}]
m	Poissonova konstanta [–]
ν	Poissonův součinitel (Poissonovo číslo) [–]
ρ	měrná hmotnost [kg.m^{-2}]
ρ_1	plošná hmotnost [kg.m^{-2}]

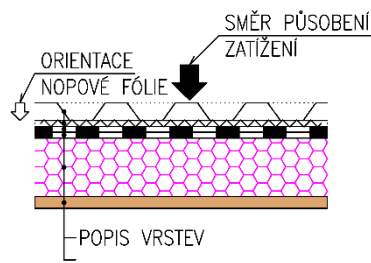
ρ_2	objemová hmotnost [kg.m ⁻³]
σ_{or}	geostatické napětí [kPa]
σ_{or_x}	vodorovné geostatické napětí [kPa]
σ_{or_z}	svislé geostatické napětí [kPa]
σ_x	vodorovné napětí od zatížení [kN.m ⁻²]
σ_z	vodorovné napětí od zatížení [kN.m ⁻²]
φ_{ef}	úhel vnitřního tření zeminy (efektivní)
t	zatěžovací tloušťka [m]

11 PŘÍLOHA – MAPA EXPERIMENTŮ



12 PŘÍLOHA – ZKUŠEBNÍ TĚLESA

Příklad skladby zkušební tělesa s popisem piktogramů:



Legenda značení kódu skladby

Zkušební tělesům je přiřazeno označení a kód skladby, který slouží pro rychlé rozpoznání skladebné varianty. Kód sestává ze čtyř parametrů:

VX - A/F - ND/NN - N/S/T

Varianta skladby	V1	Hydroizolace na tuhém podkladu. Nopová fólie v kontaktu s hydroizolací, Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, nopová fólie.
	V2	Hydroizolace na tuhém podkladu s vloženou separační vrstvou mezi hydroizolací a nopovou fólií. Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, separační vrstva, nopová fólie.
	V3	Hydroizolace na měkkém podkladu. Nopová fólie v kontaktu s hydroizolací, Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, nopová fólie.
	V4	Hydroizolace na měkkém podkladu s vloženou separační vrstvou mezi hydroizolací a nopovou fólií. Vrstvy (od chráněného prostoru): podklad, hydroizolace, separační vrstva, nopová fólie.
Hydroizolace	A	Hydroizolace z asfaltového pásu
	F	Hydroizolace z mPVC fólie
Orientace nopové fólie	ND	Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů)
	NN	Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru)
Typ nopů	N	polokružlovitý nop, výška nopy 8 mm
	S	žebrovaný nop hvězdicového tvaru, výška nopy 7 mm
	T	polokružlovitý nop, výška nopy 20 mm

Příklad: V1-A-ND-S ... Zkušební těleso, kdy je nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu. Nopová fólie s polokružlovitými nopy je v kontaktu s hydroizolací.

Legenda hodnocení vad

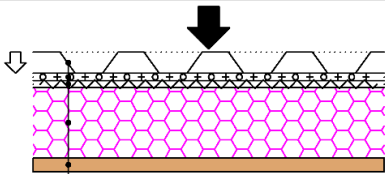
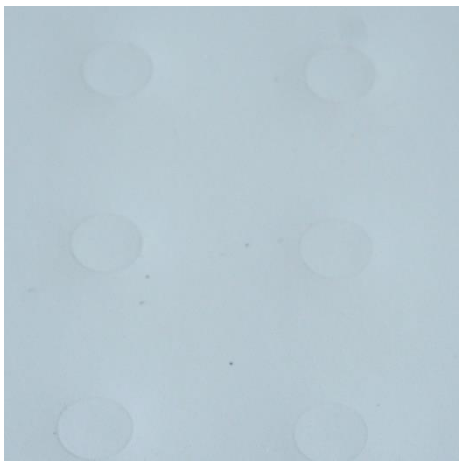
+ ... Otláčení (zjevná vada, kdy nedochází k porušení povrchu hydroizolace)

++ ... Protlačení (zjevná vada, kdy dochází k porušení povrchu hydroizolace)

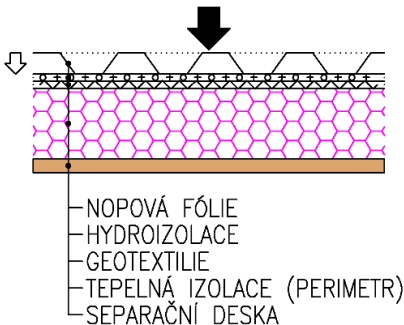
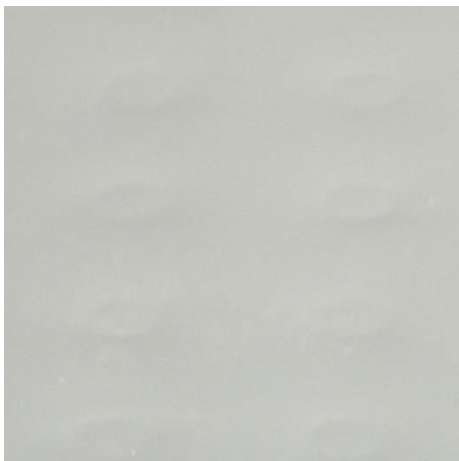
12.1 Experiment E1

12.1.1 Zkušební tělesa pro sestavu E1.1

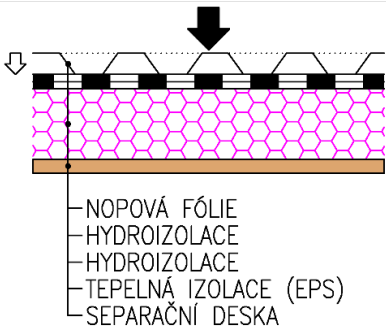
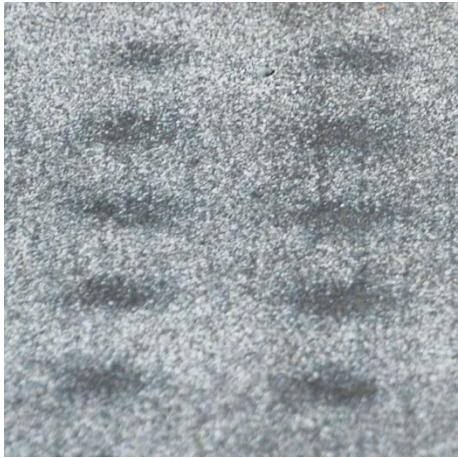
12.1.1.1 Zkušební těleso E1.1.1 (V3-F-ND-T)

Označení:	E1.1.1	Kód:	V3-F-ND-T
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (EPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN 77	+
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	EPS 100 S		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

12.1.1.3 Zkušební těleso E1.1.2 (V3-F-ND-T)

Označení:	E1.1.2	Kód:	V3-F-ND-T
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN 77	+
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

12.1.1.4 Zkušební těleso E1.1.3 (V3-A-ND-T)

Označení:	E1.1.3	Kód:	V3-A-ND-T
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (EPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 3,54 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 50 GARDEN	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 30 STICKER PLUS	+
Tepelná izolace	EPS 100 S		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

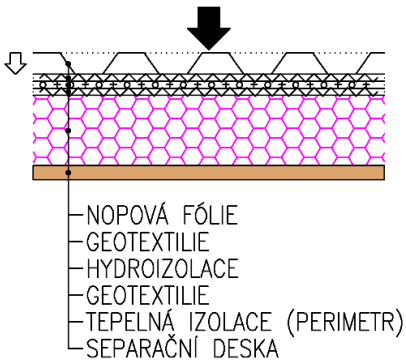
12.1.1.5 Zkušební těleso E1.1.4 (V3-A-ND-T)

Označení:	E1.1.4	Kód:	V3-A-ND-T
Schéma: NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 3,54 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 50 GARDEN	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 30 STICKER PLUS	+
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

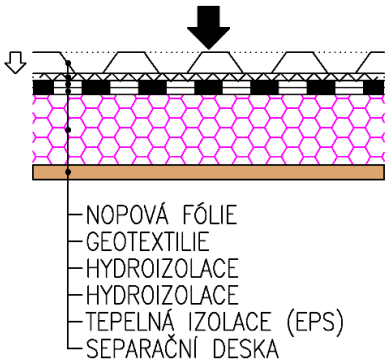
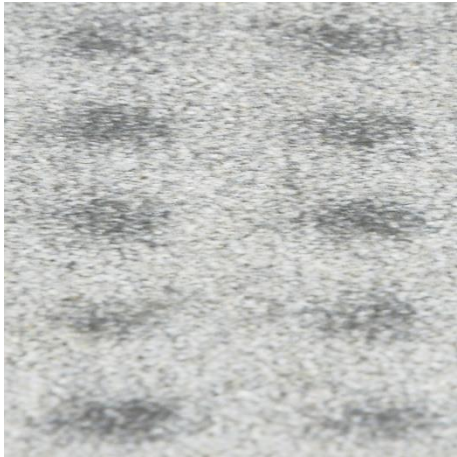
12.1.1.6 Zkušební těleso E1.1.5 (V4-F-ND-T)

Označení:	E1.1.5	Kód:	V4-F-ND-T
Schéma: NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (EPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN 77	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	EPS 100 S		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

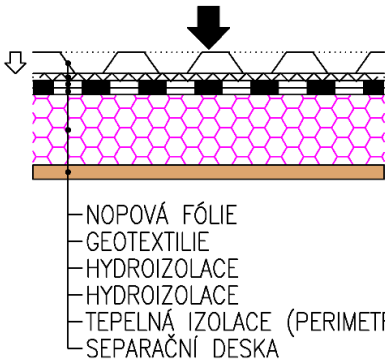
12.1.1.7 Zkušební těleso E1.1.6 (V4-F-ND-T)

Označení:	E1.1.6	Kód:	V4-F-ND-T
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN 77	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepeelná izolace	PERIMETR	PERIMETR	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

12.1.1.8 Zkušební těleso E1.1.7 (V4-A-ND-T)

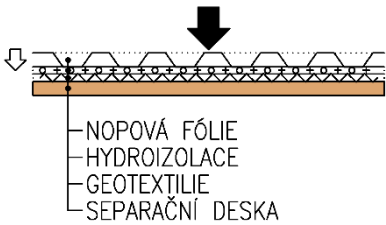
Označení:	E1.1.7	Kód:	V4-A-ND-T
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 50 GARDEN	–
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 30 STICKER PLUS	+
Tepelná izolace	EPS 100 S		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.1.1.9 Zkušební těleso E1.1.8 (V4-A-ND-T)

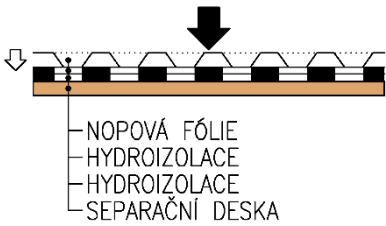
Označení:	E1.1.8	Kód:	V4-A-ND-T
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		3,54 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	T20 Garden	DEKDREN T20 GARDEN	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 50 GARDEN	–
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 30 STICKER PLUS	+
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.1.2 Zkušební tělesa pro sestavu E1.2

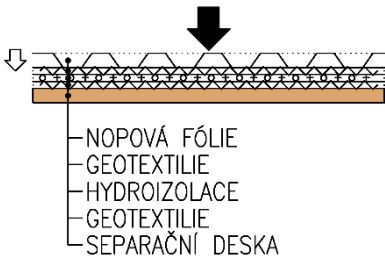
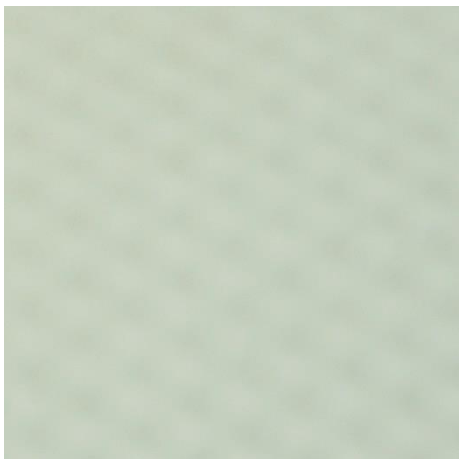
12.1.2.1 Zkušební těleso E1.2.1 (V1-F-ND-N)

Označení:	E1.2.1	Kód:	V1-F-ND-N
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	stálé
		Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²
		Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	+
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

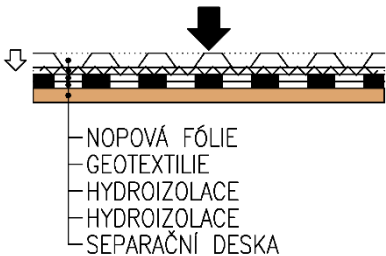
12.1.2.2 Zkušební těleso E1.2.2 (V1-A-ND-N)

Označení:	E1.2.2	Kód:	V1-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

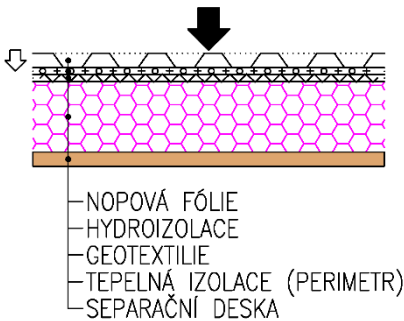
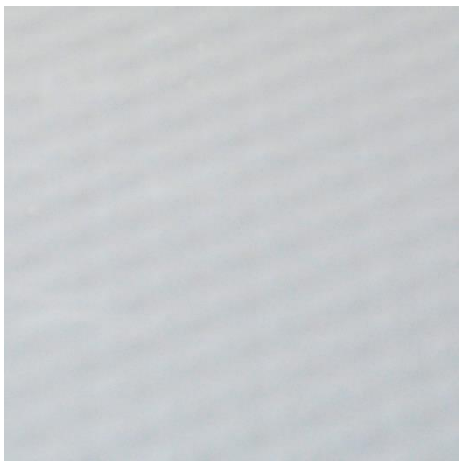
12.1.2.3 Zkušební těleso E1.2.3 (V2-F-ND-N)

Označení:	E1.2.3	Kód:	V2-F-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	+
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

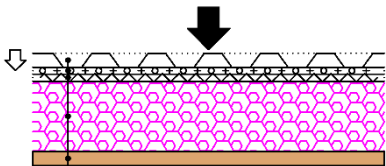
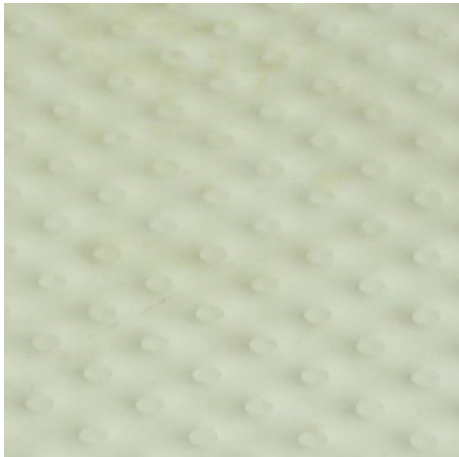
12.1.2.4 Zkušební těleso E1.2.4 (V2-A-ND-N)

Označení:	E1.2.4	Kód:	V2-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

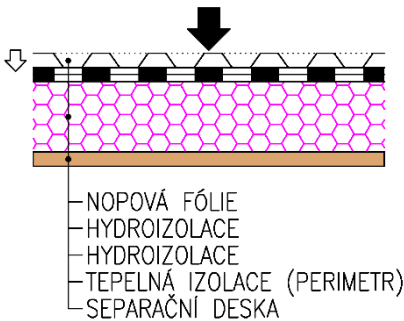
12.1.2.5 Zkušební těleso E1.2.5 (V3-F-ND-N)

Označení:	E1.2.5	Kód:	V3-F-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	+
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

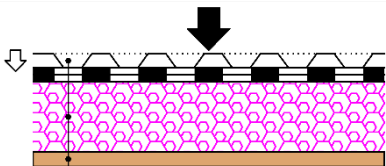
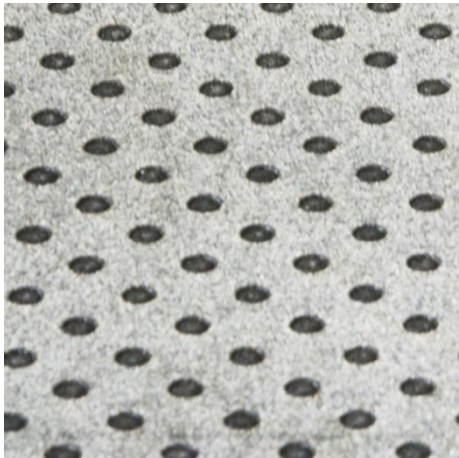
12.1.2.6 Zkušební těleso E1.2.6 (V3-F-ND-N)

Označení:	E1.2.6	Kód:	V3-F-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	+
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

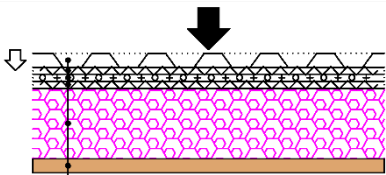
12.1.2.7 Zkušební těleso E1.2.7 (V3-A-ND-N)

Označení:	E1.2.7	Kód:	V3-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: ANO		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

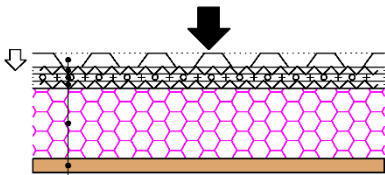
12.1.2.8 Zkušební těleso E1.2.8 (V3-A-ND-N)

Označení:	E1.2.8	Kód:	V3-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: ANO		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na měkkém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

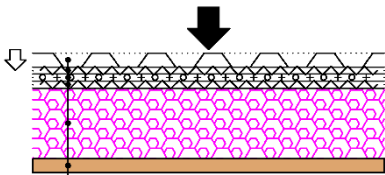
12.1.2.9 Zkušební těleso E1.2.9 (V4-F-ND-N)

Označení:	E1.2.9	Kód:	V4-F-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

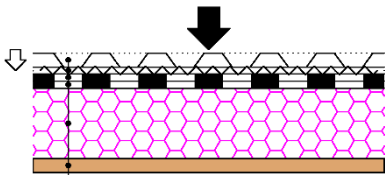
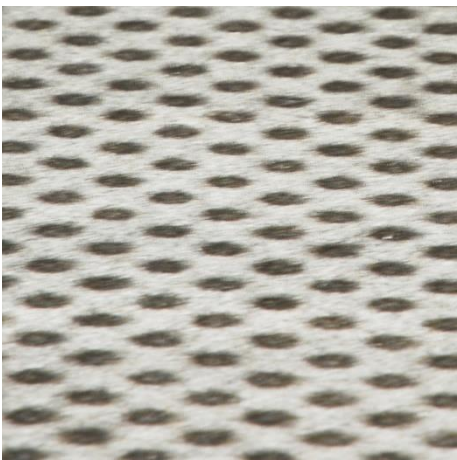
12.1.2.10 Zkušební těleso E1.2.10 (V4-F-ND-N)

Označení:	E1.2.10	Kód:	V4-F-ND-N
Schéma:  — NOPOVÁ FÓLIE — GEOTEXTILIE — HYDROIZOLACE — GEOTEXTILIE — TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) — SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

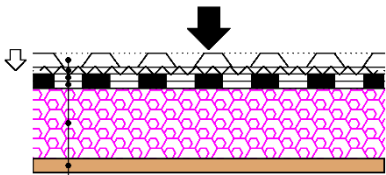
12.1.2.11 Zkušební těleso E1.2.11 (V4-F-ND-N)

Označení:	E1.2.11	Kód:	V4-F-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	+
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie			

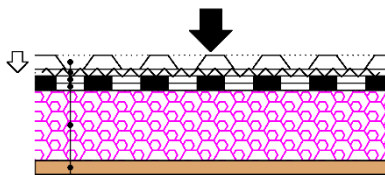
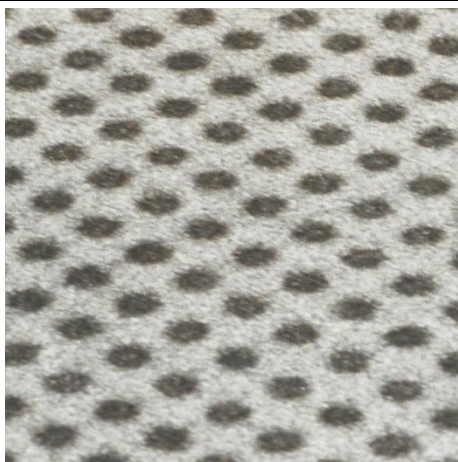
12.1.2.12 Zkušební těleso E1.2.12 (V4-A-ND-N)

Označení:	E1.2.12	Kód:	V4-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (PERIMETR) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: NE		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: 29,52 kN.m ⁻²		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Tepelná izolace	PERIMETR		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.1.2.13 Zkušební těleso E1.2.13 (V4-A-ND-N)

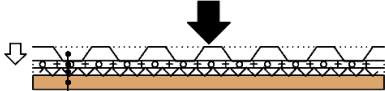
Označení:	E1.2.13	Kód:	V4-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.1.2.14 Zkušební těleso E1.2.14 (V4-A-ND-N)

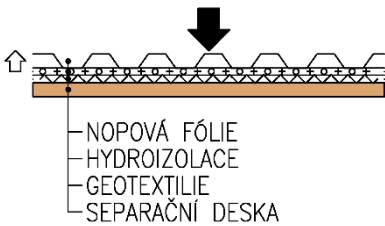
Označení:	E1.2.14	Kód:	V4-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE TEPELNÁ IZOLACE (XPS) SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE	
	Druh zatížení:	stálé	
	Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²	
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů fólie na měkkém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Tepelná izolace	XPS		–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.2 Experiment E2

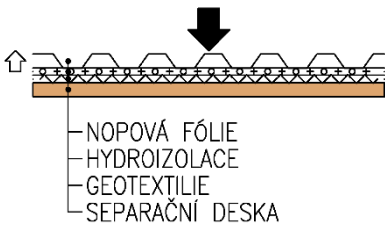
12.2.1 Zkušební těleso E2.1 (V1-F-ND-S)

Označení:	E2.1	Kód:	V1-F-ND-S
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

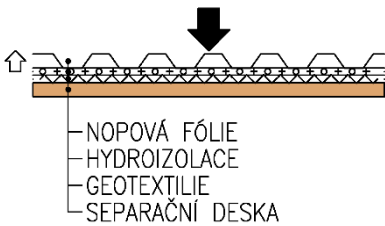
12.2.2 Zkušební těleso E2.2 (V1-F-NN-N)

Označení:	E2.2	Kód:	V1-F-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

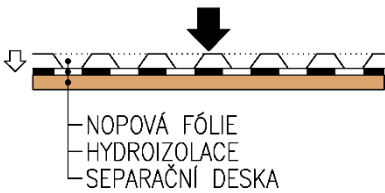
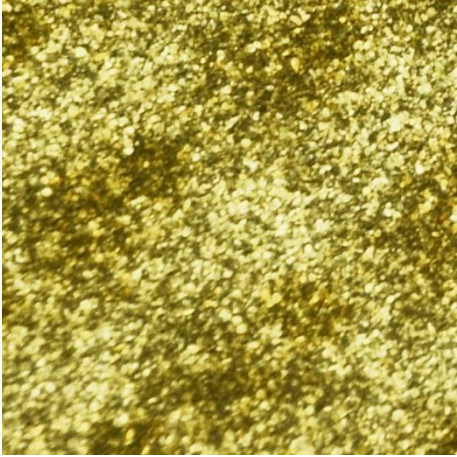
12.2.3 Zkušební těleso E2.3 (V1-F-NN-N)

Označení:	E2.3	Kód:	V1-F-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

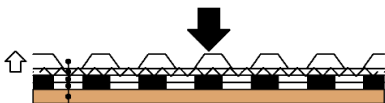
12.2.4 Zkušební těleso E2.4 (V1-F-NN-S)

Označení:	E2.4	Kód:	V1-F-NN-S
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

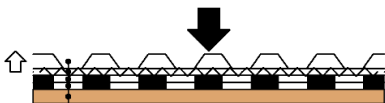
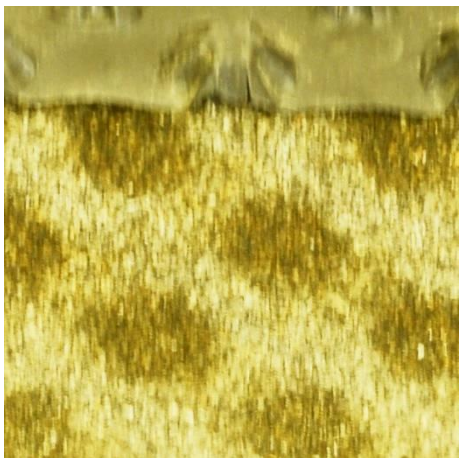
12.2.5 Zkušební těleso E2.5 (V1-A-ND-S)

Označení:	E2.5	Kód:	V1-A-ND-S
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch pásu			

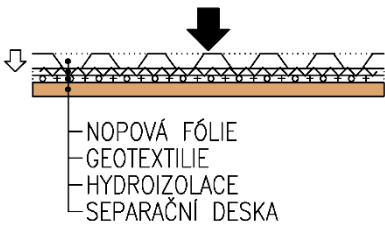
12.2.6 Zkušební těleso E2.6 (V1-A-NN-N)

Označení:	E2.6	Kód:	V1-A-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	stálé
		Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²
		Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu			

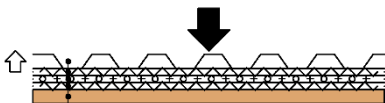
12.2.7 Zkušební těleso E2.7 (V1-A-NN-S)

Označení:	E2.7	Kód:	V1-A-NN-S
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch horního pásu			

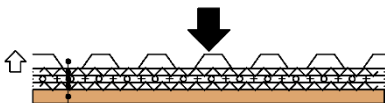
12.2.8 Zkušební těleso E2.8 (V2-F-ND-S)

Označení:	E2.8	Kód:	V2-F-ND-S
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

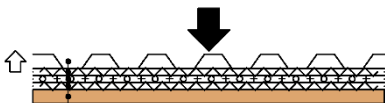
12.2.9 Zkušební těleso E2.9 (V2-F-NN-N)

Označení:	E2.9	Kód:	V2-F-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

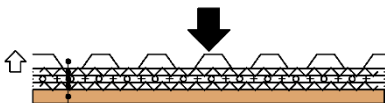
12.2.10 Zkušební těleso E2.10 (V2-F-NN-N)

Označení:	E2.10	Kód:	V2-F-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

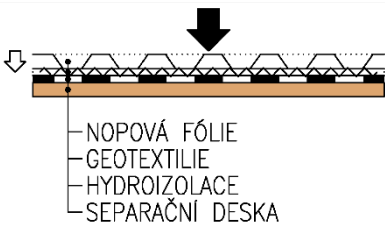
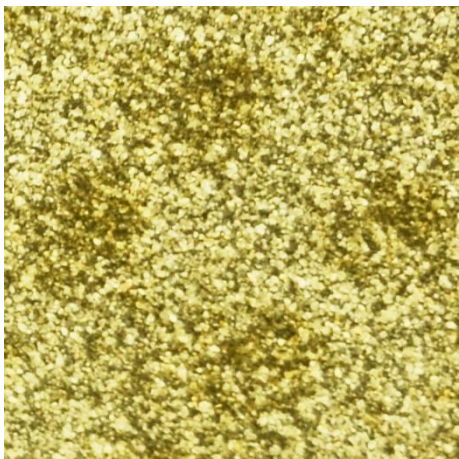
12.2.11 Zkušební těleso E2.11 (V2-F-NN-N)

Označení:	E2.11	Kód:	V2-F-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

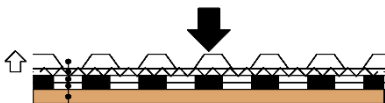
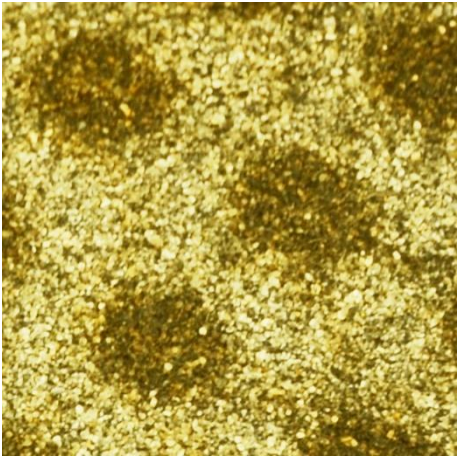
12.2.12 Zkušební těleso E2.12 (V2-F-NN-N)

Označení:	E2.12	Kód:	V2-F-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE GEOTEXTILIE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		29,52 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	–
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

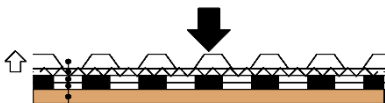
12.2.13 Zkušební těleso E2.13 (V2-A-ND-S)

Označení:	E2.13	Kód:	V2-A-ND-S
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	stálé
		Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²
		Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
		Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.	
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.2.14 Zkušební těleso E2.14 (V2-A-NN-N)

Označení:	E2.14	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	stálé
		Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²
		Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	–
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
		Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.	
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

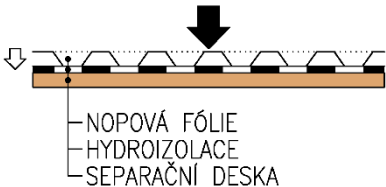
12.2.15 Zkušební těleso E2.15 (V2-A-NN-N)

Označení:	E2.15	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	stálé
		Velikost zatížení:	29,52 kN.m ⁻²
		Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	–
Hydroizolace	Asfaltový pás	ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
		Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.	
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

12.3 Experiment E3

12.3.1 Zkušební tělesa pro sestavu E3.1

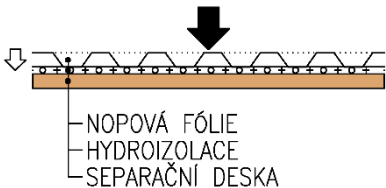
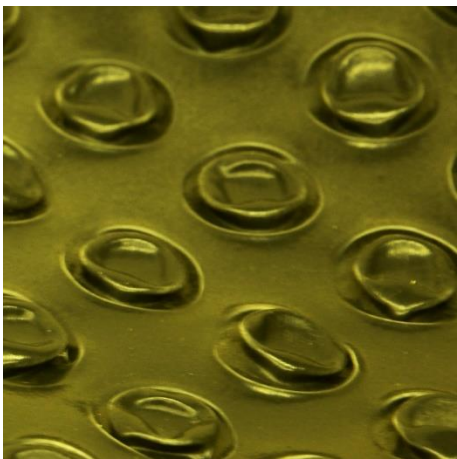
12.3.1.1 Zkušební těleso E3.1.1 (V1-A-ND-N)

Označení:	E3.1.1	Kód:	V1-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: ANO		
	Druh zatížení: stálé		
	Velikost zatížení: $\approx 250 \text{ kN.m}^{-2}$		
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch pásu a deformace nopů			

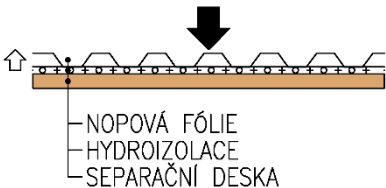
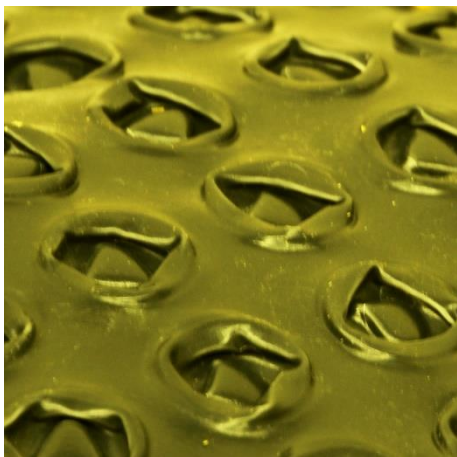
12.3.1.2 Zkušební těleso E3.1.2 (V1-A-NN-N)

Označení:	E3.1.2	Kód:	V1-A-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		$\approx 250 \text{ kN.m}^{-2}$
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace (ostré hrany)
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Horní povrch pásu a deformace nopů			

12.3.1.3 Zkušební těleso E3.1.3 (V1-F-ND-N)

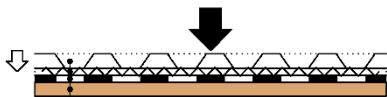
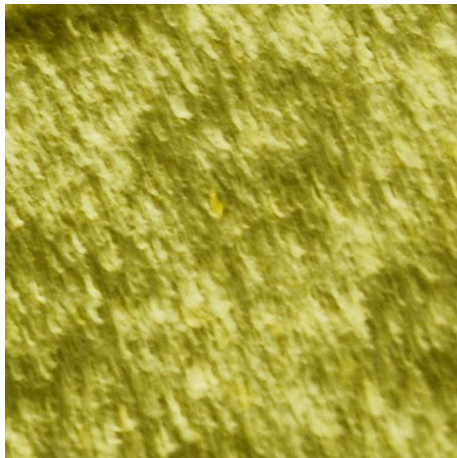
Označení:	E3.1.3	Kód:	V1-F-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		$\approx 250 \text{ kN.m}^{-2}$
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

12.3.1.4 Zkušební těleso E3.1.4 (V1-F-NN-N)

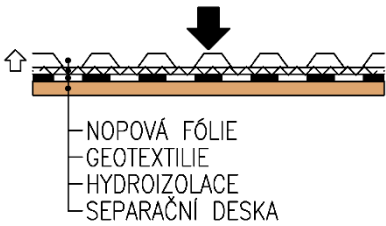
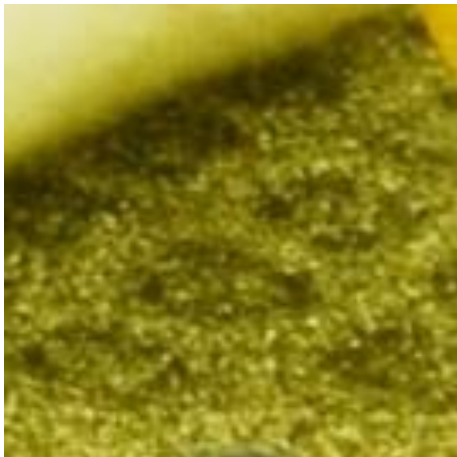
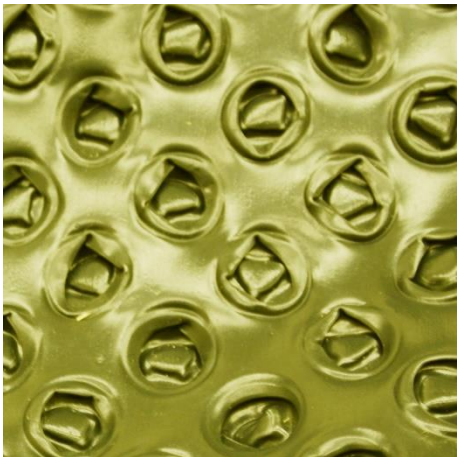
Označení:	E3.1.4	Kód:	V1-F-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		$\approx 250 \text{ kN.m}^{-2}$
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Hydroizolace	mPVC fólie	DEKPLAN	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch fólie		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

12.3.2 Zkušební tělesa pro sestavu E3.2

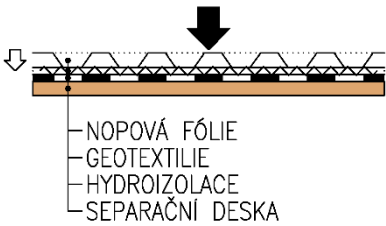
12.3.2.1 Zkušební těleso E3.2.1 (V2-A-ND-N)

Označení:	E3.2.1	Kód:	V2-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE SEPARAČNÍ DESKA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE	
	Druh zatížení:	stálé	
	Velikost zatížení:	≈250 kN.m ⁻²	
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch pásu		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

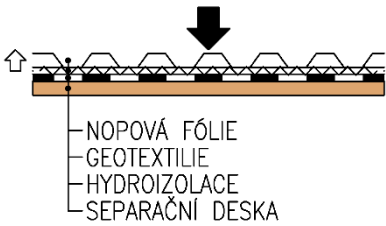
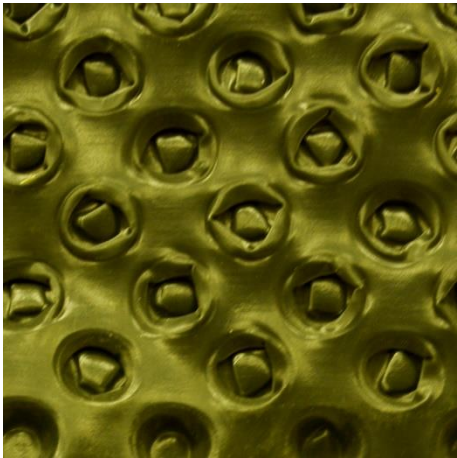
12.3.2.2 Zkušební těleso E3.2.2 (V2-A-NN-N)

Označení:	E3.2.2	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		≈250 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace (ostré hrany)
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	++
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
			
Horní povrch pásu		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

12.3.2.3 Zkušební těleso E3.2.3 (V2-A-ND-N)

Označení:	E3.2.3	Kód:	V2-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		≈250 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch pásu		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

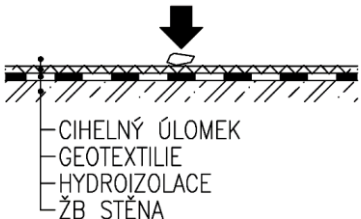
12.3.2.4 Zkušební těleso E3.2.4 (V2-A-NN-N)

Označení:	E3.2.4	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		stálé
	Velikost zatížení:		≈250 kN.m ⁻²
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace (ostré hrany)
Geotextilie	500 g/m ²	FILTEK 500	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po odtížení			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch pásu		Deformace nopové fólie v kontaktu s hydroizolací	

12.4 Experiment E4

12.4.1 Zkušební tělesa pro sestavu E4.1

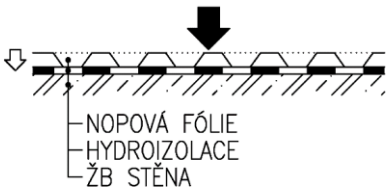
12.4.1.1 Zkušební těleso E4.1.1 (V2-A-CI-X)

Označení:	E4.1.1	Kód:	V2-A-CI-X
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Cihelný úlomek umístěný v kontaktu s ochrannou vrstvou hydroizolace z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Hydroizolace je chráněna geotextilií.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Úlomek	Cihelný úlomek		
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po ztuhnutí			
			
Umístění cihelného úlomku		Horní povrch pásu	

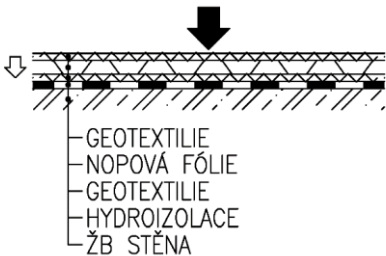
12.4.1.2 Zkušební těleso E4.1.2 (V1-A-CI-X)

Označení:	E4.1.2	Kód:	V1-A-CI-X
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	ANO
		Druh zatížení:	dynamické
		Způsob zatížení:	vibrační deska
		Popis: Cihelný úlomek umístěný v kontaktu s hydroizolací z asfaltových pásů na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Úlomek	Cihelný úlomek		
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po ztuhnutí			
			
Umístění cihelného úlomku		Horní povrch pásu	

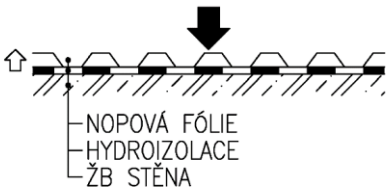
12.4.1.3 Zkušební těleso E4.1.3 (V1-A-ND-N)

Označení:	E4.1.3	Kód:	V1-A-ND-N
Schéma:  NOPOVÁ FÓLIE HYDROIZOLACE ŽB STĚNA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch horního pásu			

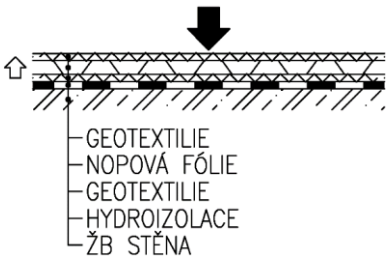
12.4.1.4 Zkušební těleso E4.1.4 (V2-A-ND-N)

Označení:	E4.1.4	Kód:	V2-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch horního pásu			

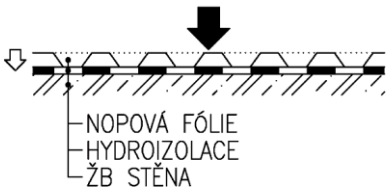
12.4.1.5 Zkušební těleso E4.1.5 (V1-A-NN-N)

Označení:	E4.1.5	Kód:	V1-A-NN-N
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	dynamické
		Způsob zatížení:	vibrační deska
		Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhuštění			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

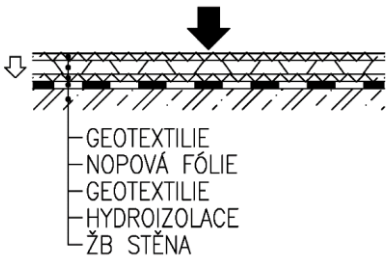
12.4.1.6 Zkušební těleso E4.1.6 (V2-A-NN-N)

Označení:	E4.1.6	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma:  GEOTEXTILIE NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE ŽB STĚNA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	deformace
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po ztuhnutí			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

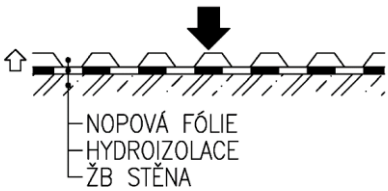
12.4.1.7 Zkušební těleso E4.1.7 (V1-A-ND-S)

Označení:	E4.1.7	Kód:	V1-A-ND-S
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		ANO
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po ztuhnutí			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

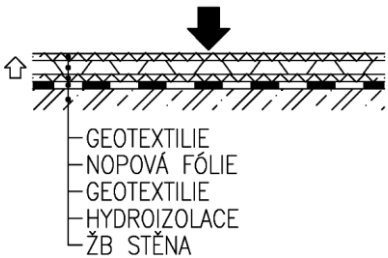
12.4.1.8 Zkušební těleso E4.1.8 (V2-A-ND-S)

Označení:	E4.1.8	Kód:	V2-A-ND-S
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa: Druh zatížení: Způsob zatížení:	NE dynamické vibrační deska
		Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch horního pásu			

12.4.1.9 Zkušební těleso E4.1.9 (V1-A-NN-S)

Označení:	E4.1.9	Kód:	V1-A-NN-S
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	ANO
		Druh zatížení:	dynamické
		Způsob zatížení:	vibrační deska
		Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	++ (stržení)
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po ztuhnutí			
			
Horní povrch horního pásu		Horní povrch spodního pásu	

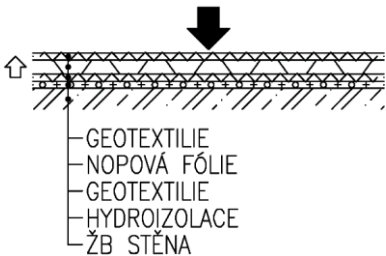
12.4.1.10 Zkušební těleso E4.1.10 (V2-A-NN-S)

Označení:	E4.1.10	Kód:	V2-A-NN-S
Schéma:  GEOTEXTILIE NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE ŽB STĚNA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	STAR	Guttabeta STAR 450	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch horního pásu			

12.4.1.11 Zkušební těleso E4.1.11 (V2-F-ND-N)

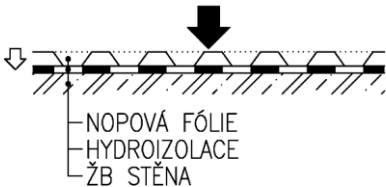
Označení:	E4.1.11	Kód:	V2-F-ND-N
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	dynamické
		Způsob zatížení:	vibrační deska
		Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhuštění			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

12.4.1.12 Zkušební těleso E4.1.12 (V2-F-NN-N)

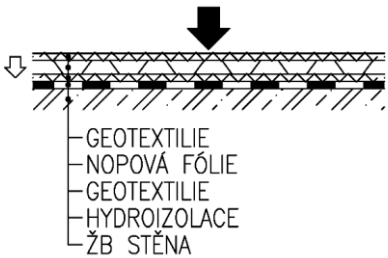
Označení:	E4.1.12	Kód:	V2-F-NN-N
Schéma:  GEOTEXTILIE NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE ŽB STĚNA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační deska
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z mPVC fólie na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	mPVC fólie	ALKORPLAN 35034	–
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhuštění			
Vrstva bez viditelných vad, nedokumentováno.			
Horní povrch fólie			

12.4.2 Zkušební tělesa pro sestavu E4.2

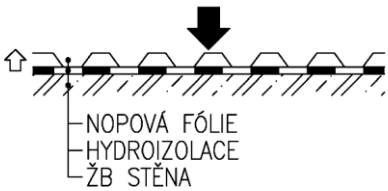
12.4.2.1 Zkušební těleso E4.1.3 (V1-A-ND-N)

Označení:	E4.1.3	Kód:	V1-A-ND-N
Schéma: 		Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:	NE
		Druh zatížení:	dynamické
		Způsob zatížení:	vibrační pěch
		Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.	
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch pásu			

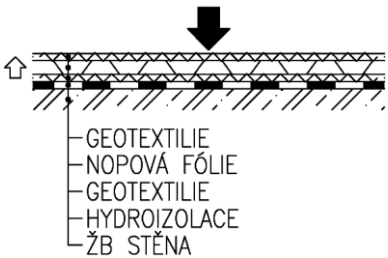
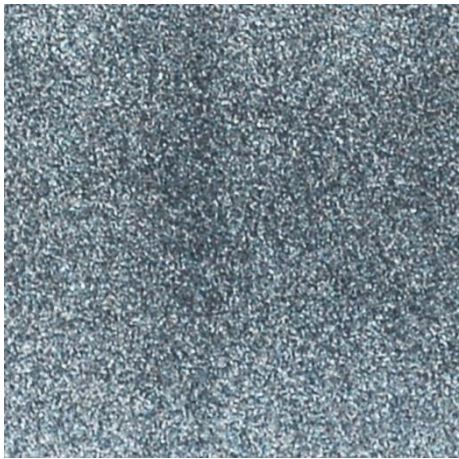
12.4.2.2 Zkušební těleso E4.1.4 (V2-A-ND-N)

Označení:	E4.1.4	Kód:	V2-A-ND-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační pěch
	Popis: Nopová fólie orientována směrem k hydroizolaci (nopy dolů) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch horního pásu			

12.4.2.3 Zkušební těleso E4.1.5 (V1-A-NN-N)

Označení:	E4.1.5	Kód:	V1-A-NN-N
Schéma: 	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační pěch
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	+
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch pásu			

12.4.2.4 Zkušební těleso E4.1.6 (V2-A-NN-N)

Označení:	E4.1.6	Kód:	V2-A-NN-N
Schéma:  GEOTEXTILIE NOPOVÁ FÓLIE GEOTEXTILIE HYDROIZOLACE ŽB STĚNA	Snížení hydroizolační spolehlivosti tělesa:		NE
	Druh zatížení:		dynamické
	Způsob zatížení:		vibrační pěch
	Popis: Nopová fólie orientována směrem od hydroizolace (nopy nahoru) z asfaltových pásů na tuhém podkladu. Mezi nopovou fólií a hydroizolací je vložena separační vrstva z geotextilie.		
Vrstva (prvek)	Materiál vrstvy	Referenční výrobek	Vady
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	
Nopová fólie	N8	DEKDREN N8	
Geotextilie	300 g/m ²	FILTEK 300	+
Hydroizolace	Asfaltový pás	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	–
Nosná vrstva	Betonová stěna		
Fotodokumentace povlakové hydroizolace po zhutnění			
			
Horní povrch pásu			