



# Typar® SF

Geotextile

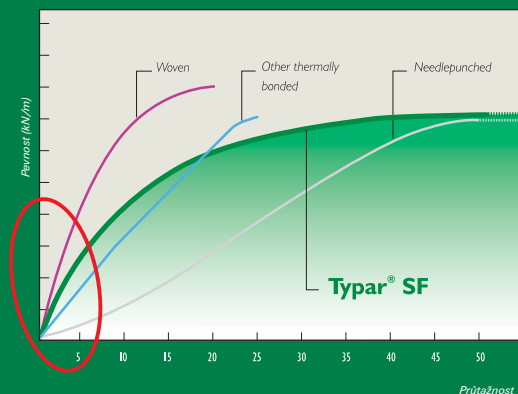


## Technická příručka

Žádejte více

# ENERGIE

- ▶ Vysoká absorpce energie
- ▶ Vysoký počáteční modul
- ▶ Vysoká průtažnost (> 50 %)
- ▶ Dlouhodobá filtrace
- ▶ Výjimečná stejnorodost



Průtažnost %



Následující informace o výrobku jsou dostupné na vyžádání. Tyto informace odpovídají našim současným znalostem. Nabízíme je pouze proto, abychom vám předložili možné návrhy pro vaše vlastní zkoušky. Informace nejsou určeny k tomu, aby nahradily jakékoliv zkoušky, které potřebujete provést pro zjištění vhodnosti výrobků pro podmínky vašeho konkrétního použití. Tyto informace mají být námětem proto, abyste si ověřili nově dostupné znalosti a zkušenosti. Jelikož nemůžeme předvídat všechny varianty konečného použití, nedává společnost DuPont žádné záruky a nepřebírá žádné závazky spojené s jakýmkoliv použitím této informace. Nic v této publikaci nelze brát jako povolení k použití nebo jako doručení k porušování jakýchkoliv patentových práv. Prosíme, abyste nezávisle zkontrolovali, zda výroba a prodej vašeho výrobku nemůže porušit patentová práva.



# **Typar<sup>®</sup> SF**

**Geotextile**

## **TECHNICKÁ PŘÍRUČKA**

### **TYPAR<sup>®</sup> ÚVOD**

**1**

---

<b>1. 1. Úvod</b>	<b>3</b>
<b>1. 2. Kvalita DuPont</b>	<b>3</b>
<b>1. 3. Co je Typar<sup>®</sup> SF?</b>	<b>3</b>
<b>1. 4. Výroba vlákna DuPont Typar<sup>®</sup></b>	<b>4</b>
<b>1. 5. Typické vlastnosti</b>	<b>4</b>



# 1. TYPAR® SF ÚVOD

## 1. 1. Úvod

Účelem této příručky je poskytnout základní informace o geotextiliích, jejich funkcích a jejich požadovaných vlastnostech pro různé použití. Tato technická příručka poskytuje návod pro navrhování, výběr a využití geotextilií Typar® SF ve stavebnictví při výstavbě základů z kameniva, drenážních a protierozních systémů. Jsou zde uvedeny popisy zkušebních metod pro zjištění vlastností geotextilií a jejich technická data. Detaily o výrobní řadě geosyntetik DuPont lze najít v našich brožurách Typar® SF a Typar® HR a na našich webových stránkách [www.typargeo.com](http://www.typargeo.com). Pro další rady a technickou pomoc prosím kontaktujte Technické centrum geosyntetik DuPont.

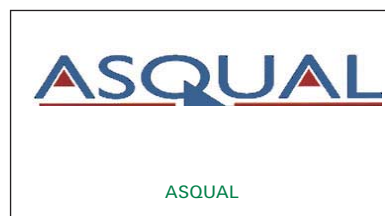
## 1. 2. Kvalita DuPont

Objevy firmy DuPont s novátorskými a objevnými materiály vysokého využití jako Nylon®, Kevlar®, Tyvek®, Lycra® a Teflon® hrály po téměř dvě století vedoucí úlohu v průmyslovém pokroku. Technická výjimečnost a nejvyšší standardy kvality, to jsou dva důvody, proč geosyntetika DuPont Typar® zajišťují dlouhodobé spolehlivé použití ve stavebnictví a stavebních projektech.

Typar® SF byl vyvinut před 30 lety a byl vyroben v závodě DuPont v Lucemburku. Jeho vysoká kvalita a užitnost byla ověřena v průběhu doby. Více než miliarda m<sup>2</sup> geotextilie Typar® SF prodaná po celém světě, používaná na silnicích, železničních tratích a stavebních površích, odpovídá délce šestiproudé dálnice o šířce 23 metrů obtočené jednou kolem celé zeměkoule.

Typar® se vyrábí podle norem ISO 9001. Přísné kvalitativní požadavky společnosti DuPont zaručují, že se na trh dodávají pouze výrobky vysoké kvality. Integrovaný systém výroby a laboratoří zajišťuje, že podmínky výrobního procesu a laboratorní výsledky lze vysledovat pro každou jednotlivou roli výrobku.

Enviromentální systém řízení společnosti DuPont splňuje požadavky enviromentálních norem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) Regulation stejně jako normy iso 14001. Geotextilie Typar® SF jsou dále podrobeny několika dalším certifikačním systémům jako je francouzský ASQUAL a německý externí auditní systém „Fremdüberwachung DIN 18200“.



1

## 1. 3. Co je Typar® SF?

Typar® SF je tenká, termicky spojovaná, vodopropustná netkaná geotextilie vyrobená ze 100% kontinuálních polypropylenových vláken. Je navržena tak, aby kombinací vysokého počátečního modulu (pevnosti), vysoké průtažnosti (typicky >50 %) a mimořádné stejnorodosti poskytovala nejvyšší užitnost, vytvářela odolnost proti poškození a měla skvělé filtrační vlastnosti. TYPAR® SF je izotropní materiál, což znamená, že jeho fyzikální vlastnosti jsou stejné ve všech směrech. Toto je výhodné zejména pro přenos zatížení a namáhání vznikajícím při typickém použití jako separační vrstvy.

Typar® SF se vyrábí ze 100% polypropylénu, proto je odolný proti hnilobě, vlhkosti a chemickému působení, částečně i proti alkáliím.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DQS – Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen mbH

<sup>2</sup> BVQI – Bureau Veritas Quality International

<sup>3</sup> Podrobnosti o chemické odolnosti lze najít v příloze v části 7.7

## 1. 4. Výroba vlákna DuPont Typar®

Při procesu vytlačování vlákniny vznikají tisícovky velmi jemných, souvislých vláken, které procházejí fází „předpínání“ patentovanou společností DuPont®. Tato jemná, ale pevná vlákna jsou pak zformována (obr. 1) a vytvářejí izotropní membránu z tkaniny, která je posléze termicky a mechanicky spojována.



Obr. 1: Formování tkaniny



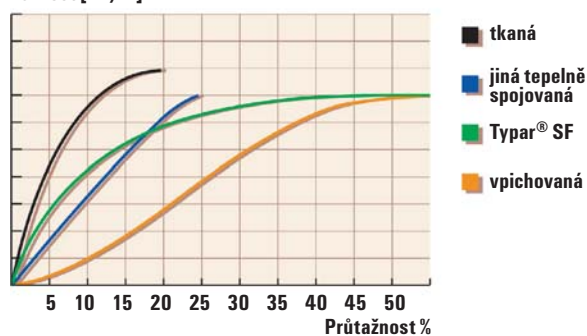
Obr. 2: Typar® mikroskopický pohled

Proměnlivými podmínkami při výrobě lze produkovat řadu vysokopevnostních netkaných textilií Typar® s rozličnými fyzikálními vlastnostmi. Tato technologie, patentovaná společností DuPont®, je jedním z hlavních důvodů unikátních vlastností Typar® SF ve srovnání s jinými geotextiliemi.

## 1. 5. Typické vlastnosti

Následující obr. 3 ukazuje typické chování „zatížení-deformace“ různých geotextilií různé hmotnosti. Typar® SF má vysokou pevnost v tahu, vysokou průtažnost a také vysoký počáteční modul, což je ideální kombinací vlastností pro použití v geotechnice.

Pevnost [kN/m]



Obr. 3: Typické křivky zatížení – deformace Typar® SF a jiných geotextilií

Typar® SF se vyrábí na vysoké úrovni stejnorodosti s použitím průběžného on-line,  $\beta$ -záření a ultrazvukového monitoringu. Jakýkoliv výrobek, který nevyhoví požadovaným standardům, je vyřazen a recyklován. Pro zvýšení trvanlivosti Typar® SF se do polypropylénu v průběhu výroby přidávají stabilizátory. Proto Typar® SF vydrží až několik týdnů na přímém slunci, ale prodloužení expozice, zejména tropickému slunečnímu záření, může způsobit ztrátu pevnosti. Obecně by geotextilie měla být zakryta bezprostředně po položení, aby se zabránilo její degradaci UV zářením, nadzdvihování větrem nebo mechanickému poškození.

	Typar® SF	Tkanina	Děrovaná textilie z krátkých vláken	Děrovaná textilie z průběžného vlákn	Jiné termicky spojované
Energie	vysoká	nízká	střední	střední	nízká
Pevnost v tahu	vysoká	velmi vysoká	střední	vysoká	vysoká
Počáteční modul	vysoká	vysoká	velmi nízká	nízká	vysoká
Průtažnost	vysoká	nízká	vysoká	vysoká	nízká

Tabulka 1: Vlastnosti křivek zatížení-deformace několika typů geotextilií

## FUNKCE A POŽADAVKY

<b>2. 1. Úvod</b>	<b>6</b>
<b>2. 2. Separace</b>	<b>6</b>
<b>2. 3. Stabilizace a vyztužení</b>	<b>7</b>
2.3.1. Zadržování a omezování	7
2.3.2. Membránový mechanismus	7
2.3.3. Místní vyztužení	7
<b>2. 4. Filtrace</b>	<b>8</b>
<b>2. 5. Drenáž</b>	<b>9</b>
<b>2. 6. Ochrana</b>	<b>9</b>
<b>2. 7. Odolnost proti poškození během instalace</b>	<b>9</b>
<b>Absorpce energie</b>	<b>10</b>

## 2. FUNKCE A POŽADAVKY

### 2. 1. Úvod

V závislosti na různém použití se hlavní funkce geotextilie pohybují mezi separací, filtrací, vyztužením, ochranou a stabilizací. Pro většinu použití se obvykle vyžaduje kombinace několika funkcí. Dalším požadavkem je odolnost proti poškození během instalace.

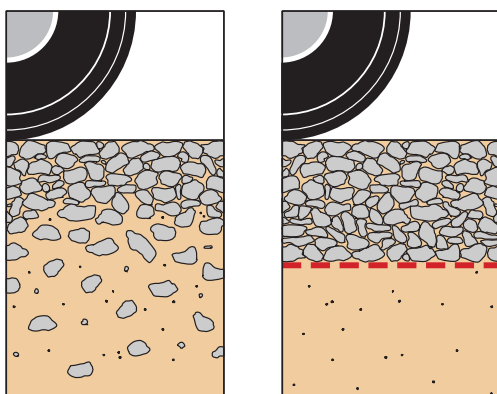
Účelem této kapitoly je poskytnout základní technický význam těchto funkcí a požadavků s ohledem na geotextilie a odlišné mechanismy každé funkce. To může napomoci při výběru vhodné geotextilie pro požadovaný účel, což je obtížný úkol, protože interakce mezi mnoha navazujícími faktory, jako mechanickými a hydraulickými vlastnostmi, zanášením, stavbou, časem a degradací atd. je značně komplikovaná.

### 2. 2. Separace

Separace je definována jako: „Zabránění míšení přiléhajících odlišných zemin a/nebo násypových materiálů použitím geotextilie nebo obdobného výrobku“.<sup>4</sup>

Hlavní oblastí použití textilie jako separátoru je silniční a železničních stavitelství. Použitím geotextilie lze zachovat a zlepšit integritu a funkci rozdílných materiálů. Při položení základu z kameniva na měkkou zeminu podloží a následném vertikálním zatížení se projeví dva mechanismy.

Geotextilie jednak zabraňuje ztrátě kameniva jeho zatláčováním do měkkého podloží (obr. 4). Toto velmi dobře



Obr. 4: vlevo – bez geotextilie – ztráta kameniva v měkkém podloží, vpravo: s geotextilií, žádné ztráty kameniva, lepší zhutnění

popisuje technické pořekadlo: „Výsledkem 10 kilogramů kamene položených na 10 kilogramů bahna je 20 kilogramů bahna“. Geotextilie zpevní bázi kameniva a lze tudíž dosáhnout vyššího stupně zhutnění a následně vyšší únosnosti.

Druhotně se základ z kameniva ochrání před kontaminací zeminou z podloží a zabrání se snížení jeho únosnosti. K migraci jemných zrn zeminy do čistého kameniva dochází zejména při dynamickém namáhání a nazývá se „sací efekt“. Jemné částice působí jako lubrikant mezi hrubými zrny kameniva a mohou tak následně snížit smykovou pevnost kameniva.

Nekontaminované kamenivo také může nadále plnit drenážní funkci stejně jako zachovat jeho vyšší odolnost proti účinkům promrzání.

Při separační funkci může geotextilie:

- Zabránit snížení únosnosti způsobenou míšením jemnozrnného podloží s kamenivem základu
- Zvýšit únosnost zabráněním ztráty kameniva zatláčením do měkkého podloží a zvýšit stupeň zhutnění
- Redukovat porušení silnic vlivem promrzání
- Eliminovat nutnost odstranění měkkého podloží
- Zachovat drenážní schopnost základu z kameniva
- Zabránit migraci jemných částic zejména při dynamickém namáhání

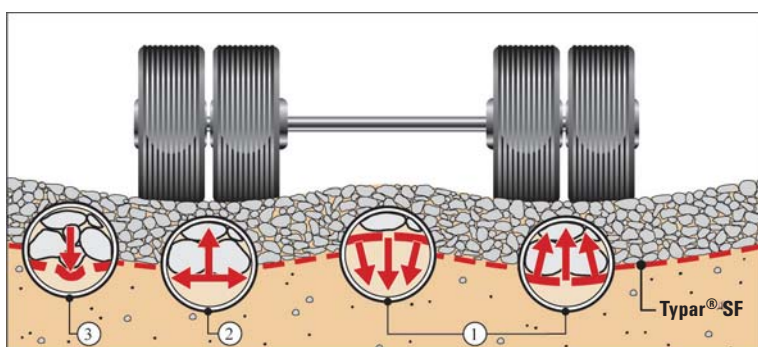
<sup>4</sup> EN ISO 10318



## 2. 3. Stabilizace a vyztužení

Geotextilie plní při mnoha použitích funkci stabilizace a vyztužení<sup>5</sup>. Při stabilizační funkci geotextilie dodává zemině pevnost v tahu, a tak nahrazuje nedostatek tahové pevnosti zeminy, jestliže je vystavena vertikálnímu zatížení. Geotextilie může stabilizovat základ z kameniva a zlepšit jeho odolnost proti trvalým deformacím při opakujícím se zatěžování (jak ukazuje obr. 5 níže) třemi odlišnými mechanismy působení:

- ① Zadržování a omezování
- ② Membránový mechanismus
- ③ Místní vyztužení



Obrázek 5: Tři stabilizační mechanismy

Čím vyšší je počáteční modul geotextilie, tím jsou tyto mechanismy účinnější. Geotextilie s nízkým počátečním modulem budou mít velké deformace a vykáží malé zadržování, membránový mechanismus nebo místní vyztužení. Vysoký počáteční modul a vysoká průtažnost jsou důležité pro odolnost vůči deformacím a protržení.

### 2.3.1. Zadržování a omezování

Jak ukazuje obrázek nahoře (obr.5) jedná se o dva druhy zadržování. Jeden se vztahuje k zpětnému zakřivení geotextilie vně stopy kola, kde vzniká svislý tlak. Toto má za účinek vznik přitížení, které vyrovná deformace a vynutí si zpětné stlačení podloží. Druhý mechanismus zadržování zajišťuje geotextilie v případě, že částice kameniva mají snahu uhýbat mimo osu zatížení. Geotextilie zajišťuje tahové vyztužení vrstvy kameniva. Tímto omezením kameniva vzrůstá jeho pevnost a modul, který v zatáčce snižuje tlakové napětí na podloží lepším rozložením tlaků v místě zatížení kolem vozidla.

### 2.3.2. Membránový mechanismus

Membránový mechanismus je účinný, jestliže je geotextilie položena na deformovatelnou zeminu a je namáhána vertikálním zatížením. V geotextilii se vyvíjí rovinná tahová síla pomáhající zemině, která není schopná sílu absorbovat. Tato rovinná síla indukuje část zatížení kolmého k ploše geotextilie ve směru síly. Tato vlastnost má velký význam při výstavbě dočasných silnic, jelikož lze výrazně snížit prosedání komunikace (vytváření kolejí). Čím vyšší je počáteční modul pevnosti geotextilie, tím vyšší je možná redukce prosedání.<sup>1</sup>

### 2.3.3. Místní vyztužení

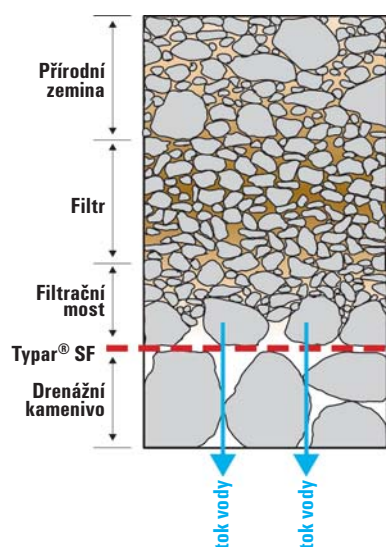
Zatížení jednotlivých kamenů může způsobit bodové porušení v podkladu. Geotextilie s vysokým počátečním modulem umožňuje rozložit zatížení, snížit napětí a zvýšit odolnost vůči posunutí. Vysoká průtažnost zabraňuje místnímu proražení geotextilie, protože umožní geotextilii natáhnout se okolo pronikajícího kamene.

<sup>5</sup> Pro více informací a detaily použití geotextilií ve vyztužených zemních konstrukcích se prosím obraťte na příručku o výrobcích a navrhování Typar®HR. Typickým použitím pro zemní vyztužené konstrukce jsou opěrné zdi, stupňovité svahy, opravy sesuvů, násypy z měkkých zemin, vyztužování pod základy, vyztužení nebo překlenutí v krasových oblastech nebo dutin, ...atd.

## 2. 4. Filtrace

Filtrace je definována jako „Zadržování zeminy nebo jiných částic vystavených hydrodynamickým silám a umožnění pronikání kapalin do nebo přes geotextilii nebo podobný výrobek“.<sup>6</sup>

K popisu filtračních vlastností geotextilie se obvykle používá číslo pórovitosti a propustnost. Rozměr pórů účinné geotextilie má být dostatečně malý, aby zadržel větší částice zeminy a tím se zabránilo erozi zeminy. Malé částice zeminy musí zpočátku projít přes geotextilii, aby podpořily vybudování filtračního mostu z větších částic, který následně působí jako přírodní zeminový filtr přilehlý ke geotextilii (obr. 6). Je-li rozměr pórů geotextilie příliš malý, nemohou být malé částice oddrénovány, vznikne filtrační most nedostatečné tloušťky a vytvoří se přírodní zeminová bariéra s nižší propustností.



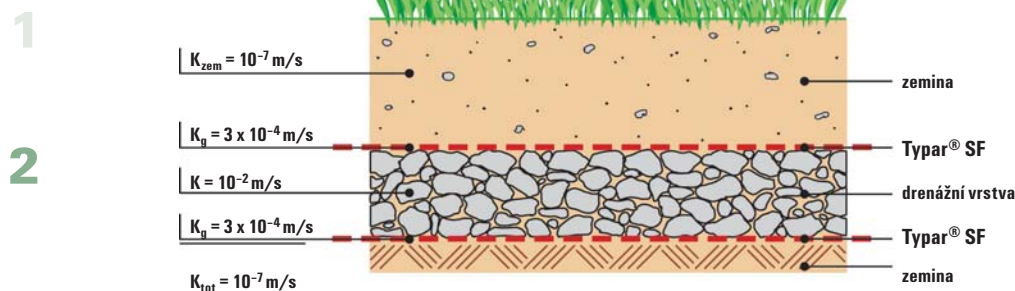
Účinný geotextilní filtr musí mít póry různého tvaru a velikosti, které jsou rovnoměrně rozloženy, podobně jako jsou v zemině rovnoměrně rozloženy částice různých velikostí.

Je potřeba si uvědomit, že propustnost systému kamenivo – podloží (obr. 7) je určena nejméně propustnou vrstvou. Obvykle má zemina výrazně nižší propustnost než je propustnost geotextilie.<sup>7</sup>

### Typické propustnosti zeminy:<sup>8</sup>

štěrk	$3 \times 10^{-2}$ m/s	písek	$10^{-4}$ m/s
prach	$10^{-9}$ – $10^{-7}$ m/s	jíl	$10^{-9}$ m/s

Obr. 6: Přírodní zeminý filtr přiléhající ke geotextilii



Obr. 7: Drenážní systém, zemina a geotextilie s rozdílnou propustností.  $K_{tot}$  je určeno nejnižší propustností vrstvy zeminy<sup>9</sup>

Propustnost geotextilie je také ovlivněna stlačitelností geotextilie. Obecně jsou silné geotextilie citlivější na stlačení, což se musí vzít v úvahu při určování požadované propustnosti geotextilie. **Vlastní tloušťka je spíše popisná než návrhová vlastnost.**<sup>11</sup>

Filtrační funkce je spojena s výstavbou přehrad, protierozními opatřeními, odvodněním silnic a odvodňováním podloží. U těchto staveb geotextilie nahrazuje běžný zrnitý filtr. V protierozním systému říčních břehů nebo zeminých svahů se k ochraně proti vodní erozi a účinkům vln běžně používá hrubý materiál (gabion/kamenný zához) nebo betonové desky. Erozi jemných částí se brání použitím geotextilie jako filtru.

<sup>6</sup> EN ISO 10318

<sup>7</sup> s výjimkou hrubého písku a štěrku

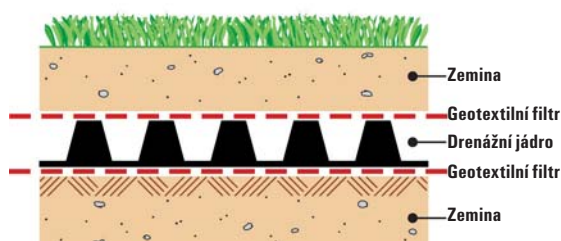
<sup>8</sup> viz přílohu, část 7.10 pro detailnější propustnosti zemin

<sup>9</sup> týkající se propustnosti viz také 4.2.2

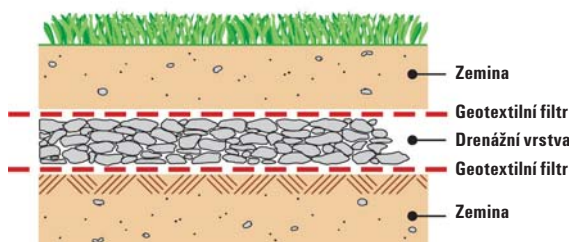
## 2. 5. Drenáž

Tradičně se voda svádí a odvádí pomocí přírodních zrnitých materiálů. Během minulých 30 let se ke zvýšení přirozené drenážní schopnosti nepropustných zemin stále více používají geotextilní filtry.

Geotextilie by neměla být použita jako (přímá) drenážní vrstva, protože, i když její drenážní schopnost lze měřit v laboratorních podmínkách při použití čisté vody, je drenážní schopnost v reálných podmínkách staveniště (zemina zachycená uvnitř struktury) nepředpověditelná. Pro drenážní systém je též důležité zajistit adekvátní drenážní schopnost během dlouhodobého provozu i když je vystaven vysokému zemnímu tlaku. Aby se zabránilo ucpávání a kontaminaci drenážní vrstvy, musí se do systému vždy včlenit filtrační vrstva.



Obr. 8: Kompozitní drenážní prvek



Obr. 9: Konvenční drenážní prvek z kameniva

Syntetické drény zahrnující geotextilní filtr byly odzkoušeny jako mnohem ekonomičtější alternativa tradičních pískových drénů, trativodů a jiných drenážních systémů. Typické geosyntetické drenážní matrace nebo drény jsou vyrobeny z jádra vloženého mezi geotextilní filtry.

Požaduje se, aby filtrační materiál vykazoval stálou kvalitu a fyzikální vlastnosti, mimořádnou pevnost a trvanlivost, dobrou odolnost vůči namáhání při instalaci a dlouhodobou filtrační účinnost.

Špatná funkce nebo předčasné porušení drenážního systému může způsobit vážné bezpečnostní a funkční problémy dotčené zemní konstrukce. V neposlední řadě může přerušení drenáží vyžadovat nákladné opravy a vyvolat poruchy. Je důležité, aby použitý filtrační materiál fungoval účinně po dlouhou dobu i v kritických zeminách.

## 2. 6. Ochrana

Ochrana je definována jako "Zabránění nebo omezení místního poškození daného prvku nebo materiálu použitím geotextilie nebo obdobného výrobku".<sup>10</sup>

Typické geotextilie se používají k ochraně geosyntetických bariér skládek, zastřešení, nádrží a vodních děl.

Nejdůležitější vlastností geotextilie při ochranné funkci je odolnost proti proražení a výrobová stálost (tj. bez místních oslabení). Proto se provádí test odolnosti proti proražení hřebíkem<sup>11</sup>, aby se ukázalo, že samotná tloušťka a objemová hmotnost nezajišťují dostatečnou ochranu geotextilie.

## 2. 7. Odolnost proti poškození během instalace

Geotextilie nebude plnit žádanou funkci, pokud se poruší během instalace nebo bezprostředně po instalaci. Analýzy ukazují, že kritickým obdobím v životním cyklu geotextilie je spíše proces výstavby, než vlastní provoz. 95 % poškození se projevuje během instalace, velmi často jednoduše jako výsledek poškození během pokládání a hutnění kameniva. Obvykle, pokud geotextilie přežije namáhání během instalace, odolá i namáháním během jejího provozu.

Zkušební výzkum potvrdil přímo úměrný vztah mezi schopností geotextilie absorbovat energii nárazu a její odolností proti poškození během instalace<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> EN ISO 10318

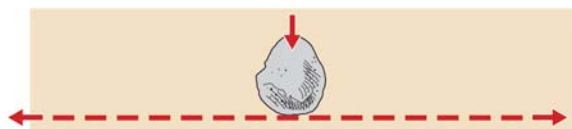
<sup>11</sup> „nail tests“ – simulující on-site chování vyvinuté v DuPont a prováděný v DuPont Typar® QC laboratoři

Následující obrázky demonstrují rozdílné formy porušení geotextilie a význam vysokého potenciálu pohlcení energie<sup>1</sup>.

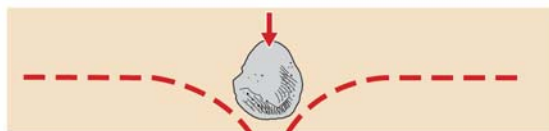
Obr. 10: Vysoká pružnost umožňuje geotextilii roztáhnout se v okolí pronikajícího kamene



Obr. 11: Vysoká pevnost umožňuje geotextilii odolat síle vyvolané padajícím kamenem



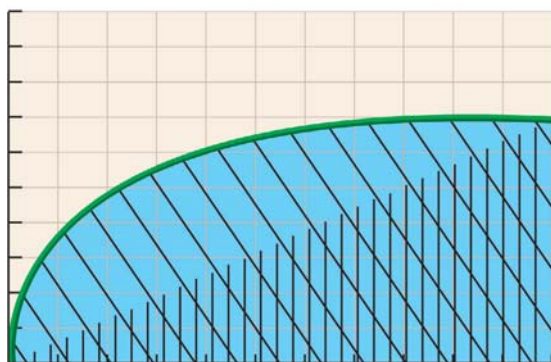
Obr. 12: Porušení geotextilie z důvodu nedostatku pevnosti nebo nedostatku pružnosti



## Absorpce energie

Energetický absorpční potenciál ( $W$ ) geotextilie lze popsat jako kombinaci jejího prodloužení a aplikované síly. Následující graf (obr. 13) ilustruje tuto koncepci: ukazuje rozdílné tvary skutečného energetického absorpčního potenciálu, který je definován jako plocha pod křivkou, a teoretického energetického absorpčního potenciálu.

síla [kN/m]



  $W$  = skutečná energetická absorpce

  $W_t$  = teoretická energetická absorpce

Průtažnost [%]

Obr. 13: Srovnání skutečného a teoretického absorpčního potenciálu

Některé národní specifikace přijímají koncepci absorpce energie. Některé specifikace jsou nicméně založeny spíše na teoretických hodnotách než na výpočtu plochy pod křivkou  $W = \int T \cdot \Sigma$ . Výpočet se zjednodušuje na  $W_t = \frac{1}{2} T \cdot \Sigma$ , proto je výsledná teoretická absorpce energie ( $W_t$ ) některých výrobků výrazně vyšší, kdežto u jiných je teoretická absorpce energie výrazně nižší než skutečná absorpce energie měřená při zkoušce pevnosti v tahu (EN ISO 10319).

### Literatura

<sup>1</sup> Love, J.P., Milligan, G.W.E and Houlsby, G.T. (1987). Analytical and model studies of reinforcement of a granular layer on a soft clay subgrade. Canadian Geotechnical Journal, Vol.24, No.4, str. 611-622

<sup>2</sup> Koerner, Designing with Geotextiles, 4<sup>th</sup> edition 1998, str. 96

<sup>3</sup> SINTEF Report, Arnstein Watn, Non woven geotextiles – Field test on damage during installation, SINTEF Civil and Environmental Engineering, Norway

Evaluation of Installation Damage of Geotextiles – A correlation to Index Tests, R. Diederich, DuPont de Nemours, Luxembourg

## ZÁKLADY Z KAMENIVA

<b>3. 1. Úvod</b>	<b>12</b>
Co je počáteční modul?	12
<b>3. 2. Funkce</b>	<b>12</b>
3.2.1. Stabilizace	12
3.2.2. Separace a filtrace	13
3.2.3. Prosedání – tvorba kolejí	13
<b>3. 3. Navrhování základů z kameniva s Typar® SF</b>	<b>14</b>
3.3.1. Nezpevněné komunikace	14
3.3.2. Zpevněné komunikace	17
3.3.3. Zpevněné komunikace s výstavbou konstrukčních vrstev	18
<b>3. 4. Výběr správného typu Typar® SF</b>	<b>19</b>
3.4.1. Účinky dopravy	19
3.4.2. Účinky podmínek instalace	20
3.4.3. Účinky zhutňování	20
3.4.4. Požadavky na filtr	20
<b>3. 5. Směrnice pro instalaci</b>	<b>21</b>
<b>3. 6. Příklady návrhů</b>	<b>21</b>
3.6.1. Příklad 1 (podle 3.3.1)	21
3.6.2. Příklad 2 (podle 3.3.3)	22
3.6.3. Příklad 3	24

## 3. ZÁKLADY Z KAMENIVA

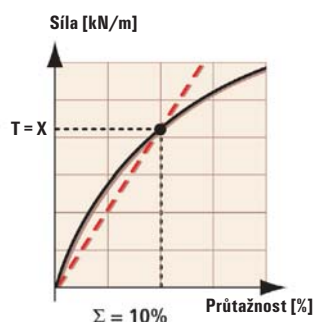
### 3. 1. Úvod

Tato část je vodítkem pro navrhování a výstavbu základů z kameniva s použitím geotextilií Typar®SF pro trvalé a dočasné dopravní stavby. Technologii lze použít pro základy z kameniva, které přenášejí dynamické zatížení na rozjezdových plochách, silnicích a dálnicích, dočasných stavbách/přístupových komunikacích, skladovacích plochách, parkovištích a sportovních zařízeních.

Pro zpevněné povrchy, jako silnice, dálnice a rozjezdové plochy, jsou návrhové metody obvykle stanoveny příslušným orgánem státní silniční správy. Záměrem této příručky není předložit nové návrhové metody, ale jednoduše zdůraznit výhody použití Typar®SF právě pro stavby se zpevněným povrchem. Uvedené návrhové metody lze použít pro stavby se zpevněným povrchem, kde se bude podloží po dobu výstavby používat jako dočasná stavební komunikace.

Postup návrhu použití Typar®SF je výsledkem třicetiletých zkušeností při výstavbě komunikací na různém podloží.

#### Co je počáteční modul?



Modul geotextilie lze popsat jako sečný modul, kde při průtažnosti např.  $\Sigma = 10\%$ , zatížení  $T = X$  kN/m, které dává modul  $K=T/\Sigma$  (obr.14). Čím je gradient strmější, tím je vyšší modul.

Čím vyšší je pevnost v tahu geotextilie a počáteční deformace, např. 5% průtažnost, tím vyšší je počáteční modul a tím vyšší je odolnost proti zabořování!

Obr. 14: Počáteční modul = sečný modul při např.  $e = 10\%$

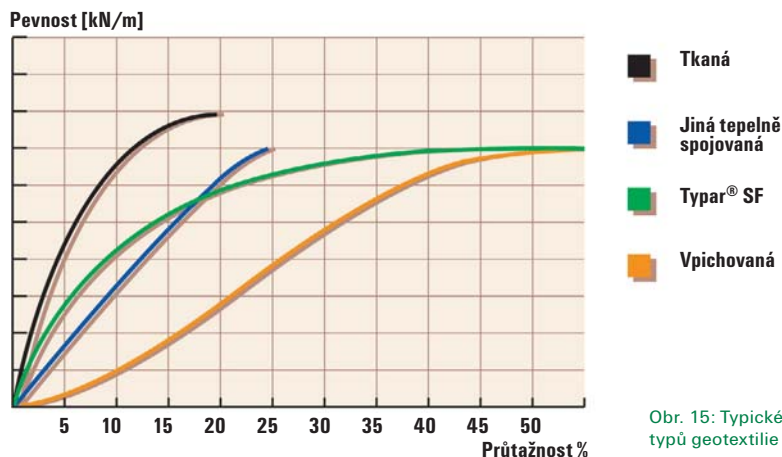
### 3. 2. Funkce

Kombinace funkcí geotextilie pro zajištění dodatečné pevnosti základu z kameniva (ve srovnání se stejnou tloušťkou z kameniva na podloží bez Typar®SF) je rozdílná pro každém použití. Pro základy z kameniva je hlavní funkcí separace a stabilizace. Studie ukázaly, že stabilizační funkce více závisí na modulu tkaniny. Navíc lze při použití geotextilie výrazně snížit tloušťku vrstvy kameniva.

#### 3.2.1. Stabilizace

Účinnost mechanismů popsaných v předchozích kapitolách se vztahuje k chování geotextilie ve vztahu zatížení-deformace (viz obr. 15). Různé typy geotextilií mají rozdílné křivky zatížení-deformace. Tyto rozdíly lze nejlépe popsat jako absorpční energetický potenciál (viz též část 2.7).

Tkané geotextilie mají velmi vysoký počáteční modul a vysokou maximální pevnost, ale nízkou průtažnost, což rezultuje v nízký absorpční energetický potenciál  $W$ . Vpichované netkané textilie mají nízký počáteční modul a je před dosažením vysoké tahové pevnosti nutná velká deformace; což má za následek nízký absorpční energetický potenciál  $W$ . Typar®SF má vysoký počáteční modul, vysokou pevnost a vysokou průtažnost při maximálním zatížení, a proto má vysoký absorpční energetický potenciál  $W$ . Typar®SF s vysokou absorpcí energie má vysokou odolnost vůči poškození a je obzvláště vhodný pro stabilizaci.



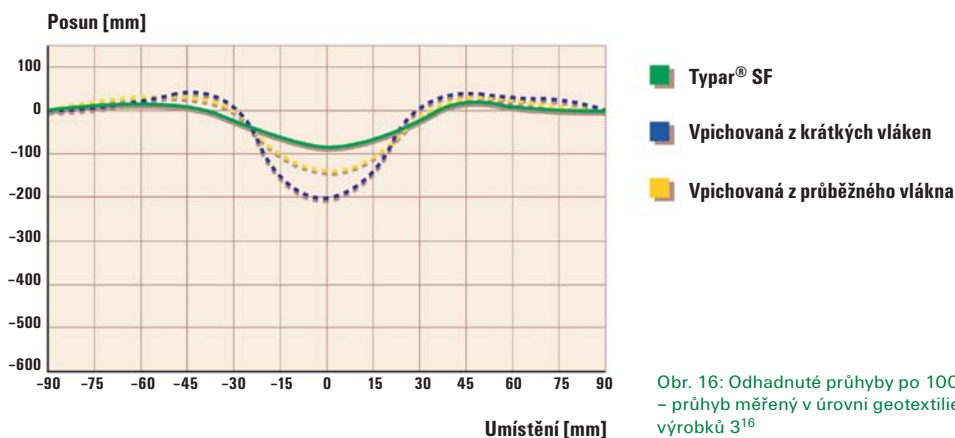
Obr. 15: Typické křivky zatížení – deformace u různých typů geotextilie

### 3.2.2. Separace a filtrace

Rozsah velikosti pórů, potřebný k zajištění účinné filtrační funkce, je u Typar® SF podobný jako u zeminy. Propustnost Typar®SF je obecně vyšší než většiny zemín podloží<sup>15</sup>. Propustnost Typar®SF není ovlivněna stlačením při zatížení, protože Typar® SF je již předstlačený z výroby, na rozdíl od silnějších stlačitelných geotextilií.

### 3.2.3. Prosedání (vytváření kolejí)

Prosedání se může stát vážným problémem, zejména u dočasných vozovek. Pravidelný pojezd kolovými vozidly vede ke vzniku tahového napětí, které deformuje podloží. Na rozdíl od ostatních geotextilií, Typar®SF potřebuje mnohem nižší protažení a deformaci, aby převzal namáhání (vysoký počáteční modul) a tím výrazně snižuje tvorbu kolejí. V grafu níže (obr.16) jsou výsledky porovnání mezi Typar®SF a dvěma typy vpichované textilie s nízkým počátečním modulem (vpichovaná textilie z krátkých vláken, dtto z průběžných vláken). Zkouška simuluje zatížení těchto geotextilií dopravou – 1000 cyklů dynamického namáhání.

Obr. 16: Odhadnuté průhyby po 1000 cyklech – průhyb měřený v úrovni geotextilie – třída výrobků 3<sup>16</sup>

Výsledky jasně ukazují vztah mezi počátečním modulem a deformací (tvořením kolejí). Vysoký počáteční modul umožňuje Typar®SF absorbovat více vnějších sil před tím, než přeneše tuto energii do přetvoření.

Pro vysokou absorpci energie má Typar®SF velmi dobrou odolnost proti poškození během instalace. Vyhovující průtažnost geotextilie při přetržení je nezbytná, aby vydržela místní pronikání kameny a zajistila dobrou bezpečnostní rezervu, když je pod zatížením.

<sup>15</sup> s výjimkou hrubého písku a štěrku<sup>16</sup> podle norského klasifikačního systému

### 3. 3. Navrhování základů z kameniva s Typar® SF

Hlavními příčinami degradace vozovek je:

- Kontaminace základu z kameniva jemnozrnnými zeminami podloží při dynamickém namáhání („sací efekt“), která způsobuje podstatnou redukci smykové pevnosti kameniva. Tloušťka „čistého“ kameniva, a tím únosnost konstrukce, je snížena na nepřijatelnou úroveň
- Kontaminace základu z kameniva, jak je popsána výše, způsobí citlivost kameniva na promrzání s následnou redukcí únosnosti během období rozmrzání
- Nedostatek podpovrchového odvodnění
- Nepředpokládaný nárůst dopravního zatížení

Použitím Typar®SF se zabrání kontaminaci kameniva a tím dojde ke zvýšení životnosti.

Tato příručka používá jako měřítko pevnosti zemin hodnoty CBR<sup>17</sup>. Korelace mezi CBR, neodvodněnou smykovou pevností  $C_u$ , modulem pružnosti  $E_v$  a modulem stlačitelnosti  $M_E$  jsou uvedeny v následující tabulce 2. Návrhové vlastnosti, které jsou zde uvedeny pro nezpevněné a zpevněné vozovky, jsou založeny na použití standardního typu Typar®SF a energetické úrovní 2. V závislosti na instalaci a dopravních podmínkách se má vybrat geotextilie s vyšší energetickou úrovní.

Korelační tabulka pro určení hodnoty CBR podloží:

Silně neulehlá	Neulehlá	Středně ulehlá	Ulehlá	Velmi ulehlá	Zemina									
0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	CBR		
20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	$C_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]*
2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42				$C_u$ [psi]
2	4	6	8	10	12	14	16	18						$M_E$ [MN/m <sup>2</sup> ]**
2	4	6	8	10	12	14								$E_v$ [MN/m <sup>2</sup> ]*

\* Neodvodněná smyková pevnost

\*\* Modul stlačitelnosti

Tab. 2: Korelační tabulka pro určení hodnoty CBR podloží (podle Barenberga)

#### 3.3.1. Nezpevněné komunikace

Nezpevněné komunikace s dočasným nebo trvalým použitím (tj. stavební komunikace nebo šotolinová cesta) sestávají obvykle z jednoduchého základu z kameniva bez pojiv.

Návrhová metoda uvedená níže předpokládá, že použití Typar®SF mezi podložím a kamenivem umožní:

- Lepší zhutnění kameniva
- Vyztužení konstrukce pomocí membránového a zadržovacího účinku
- Přípustný tlak na podloží naroste až na mezní únosnost  $p = (\pi + 2) \times C_u$

Kombinace uvedených výhod je podle empirických údajů rovna nárůstu CBR podloží o přibližně 3 procentuální body. Tuto uvedenou návrhovou metodu lze použít pouze pro návrhy s použitím Typar®SF.

Při návrhu se nejprve určí výchozí tloušťka kameniva podle zatížení a základových poměrů, s uvážením doby životnosti a účinnosti kameniva. Po určení účinné tloušťky kameniva  $T_{eff}$  se vybere typ Typar®SF s vhodnou energetickou úrovní.

- A. Výchozí tloušťka kameniva  $T_0$**   
**B. Stanovení  $T_0$  pro dobu životnosti  $\Rightarrow T$**   
**C. Stanovení  $T$  pro účinnost kameniva  $\Rightarrow T_{eff}$**

Je nezbytné věnovat pozornost osovému zatížení  $> 130$  kN. Je třeba vybrat příslušnou křivku pro stanovení výchozí tloušťky kameniva  $T_0$ , k určení opravného faktoru doby životnosti C se použije skutečný počet přejezdů N.

<sup>17</sup> California Bearing Ratio; metody on site aproximace lze najít v příloze 7.10



## Návrhová metoda pro nezpevněné cesty

### A. Výchozí tloušťka kameniva $T_0$

Únosnost zeminy CBR,  $C_u$

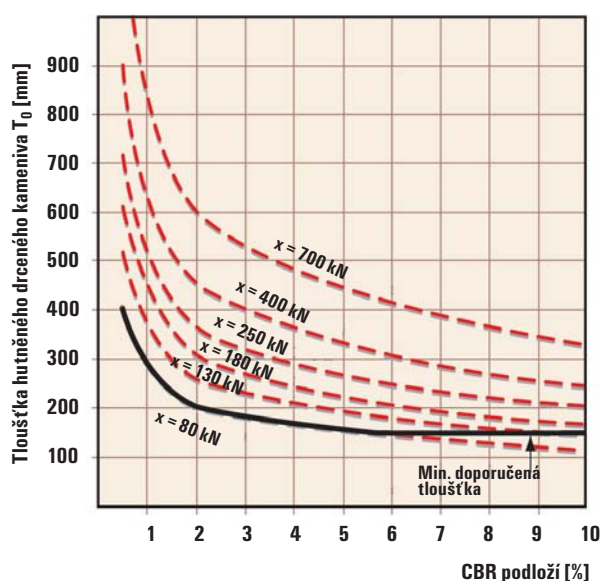
Osová zatížení  $P_i$

Vstupní obrázek 17 využívá k určení  $T_0$  pro hutněné drcené kamenivo a 1000 osových zatížení CBR podloží a osová z atížení  $P_i$ <sup>18</sup>. Alternativně jsou v tabulce 3 uvedeny vzorce k výpočtu  $T_0$ .

### B. Stanovení $T_0$ pro dobu životnosti

Osová zatížení

$P_i$



CBR [%]	$P_1$ [kN]	$P_2$ [lbs]
0,5	45,31	0,119
1	32,37	0,085
1,5	25,89	0,068
2	22,47	0,059
3	20,56	0,054
4	18,66	0,049
5	17,14	0,045
6	16,00	0,042
7	14,85	0,039
8	13,71	0,036
9	12,95	0,034
10	12,19	0,032

$T_0$ (mm) = $P_1 \sqrt{\text{osové zatížení (kN)}}$		
$T_0$ (in) = $P_2 \sqrt{\text{osové zatížení (lbs)}}$		

Obr. 17: Nezpevněné cesty: Tloušťka hutněného drcného kameniva pro 1000 osových zatížení

Tab. 3: Faktory k určení křivky  $P_i$

Skutečný počet přejezdů

$N_i$

Tloušťka drcného kameniva

$T_0$

$$T = C * T_0 =$$

$$T = (0.27 * \log(\sum N_i * \text{ESAL}) + 0.19) * T_0$$

● Jestliže je nejčastější osová zatížení vyšší než 130 kN (např. cesty v kamenolomu) není vhodné použít ekvivalentní normové osová zatížení (ESAL) a faktor doby životnosti C se určí s použitím skutečného počtu pojezdů  $N_i$ .

● Doba životnosti je vyjádřena jako celkový počet aplikací s osovým zatížením 80 kN. Skutečné osová zatížení je nejprve převedeno na ekvivalentní normové osová zatížení ( $P_0=80$  kN) s použitím ekvivalentního faktoru ESAL:

$$\text{ESAL} = (P_i/P_0)^{3.95}$$

<sup>18</sup> pokud není skutečné osová zatížení známé, je obvykle určeno vydělením hrubé hmotnosti vozidla počtem náprav. Každé osová zatížení zle převést na ekvivalentní normové osová zatížení  $P_0=80$  kN při použití ekvivalentního faktoru E.

Osová zatížení (kN)	ESAL	Osová zatížení (kN)	ESAL
10	0,0003	140	9,12
20	0,004	150	11,98
30	0,021	160	15,45
40	0,065	170	19,64
50	0,16	180	24,61
60	0,32	190	30,47
70	0,55	200	37,31
80	1,0	250	90,08
90	1,59	300	185,10
100	2,41	400	576,70
110	3,52	500	1392,30
120	4,96	600	2860,80
130	6,80	700	5259,30

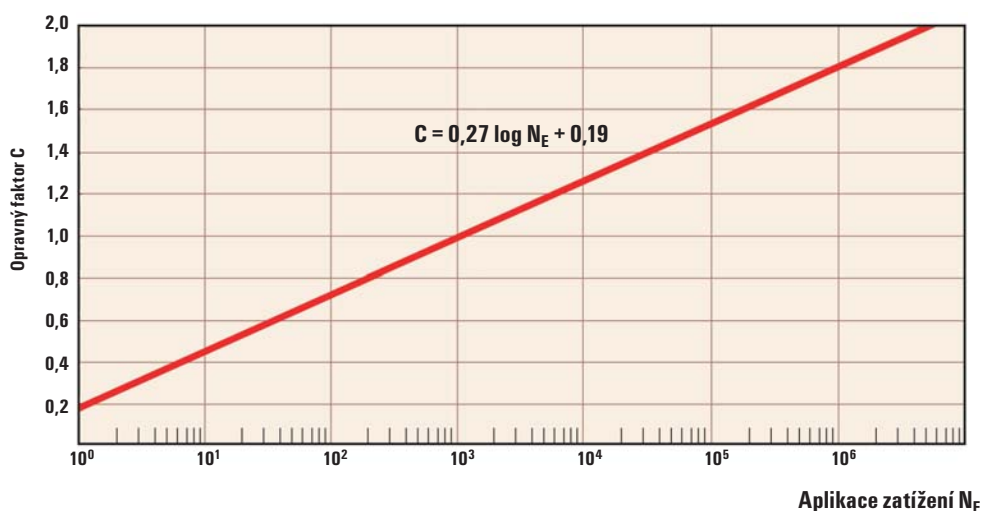
Tabulka 4 uvádí seznam ekvivalentního faktoru ESAL pro různá osová zatížení.

- Vynásobením skutečného počtu osových pojezdů ( $N_i$ ) ESALem,  $N_E$  je počet pojezdů ekvivalentním normovým osovým zatížením (ESAL)

$$N_E = \sum N_i * ESAL_i$$

Jelikož je  $T_0$  indexováno na dobu životnosti 1000 pojezdů, musí být upraveno faktorem C, který závisí na skutečném počtu normových pojezdů  $N_E$ . Vztah mezi  $N_E$  a C ukazuje obr. 18.

Tab. 4: Ekvivalentní normové osová zatížení (ESAL)



Obr. 18: Opravný faktor pro dobu životnosti<sup>III</sup>

- Tloušťka kameniva se pak vypočítá:

$$T = C * T_0 = (0.27 * \log(\sum N_i * ESAL_i) + 0.19) * T_0$$

### C. Stanovení účinnosti kameniva T

$$T_{eff} = \sum T_i / \alpha_i$$

Vybrané kamenivo musí být zhutnitelné. Představou je, že při zatížení dojde ke spojení celé hmoty s využitím výhod ztužujícího mechanismu Typar®SF. Nejlepší je ostrohranné drcené kamenivo, protože se dobře vzájemně spojuje a zajišťuje vysokou únosnost. V závislosti na dostupnosti lze použít i jiné materiály nebo směsi. Tabulka 5 ukazuje typický faktor účinnosti tloušťky různých materiálů povrchu a základu.

Materiál	účinnost $\alpha$
Dlažební kámen	2
Teplá směs - Hot Mix (hutný makadam)	2
Zhutněná povrchová vrstva	2
Zemina-Cement (>5 MPa v tlaku)	1,5
Zemina bitumen	1,5
<b>Tvrdé drcené kamenivo „standard“</b>	<b>1,0</b>
Sřadně tvrdé drcené kamenivo (CBR>80%)	0,8
Tvrde oblé kamenivo (CBR>80%)	0,8
Sřadně tvrdé oblé kamenivo	0,5
Štěrko písek (CBR=20 - 30%)	0,5
Drcený vápenec	0,5
Neulehlý štěrk, zhutnitelný písek	0,4
Př.: 10 mm Hot Mix = 20 mm tvrdého drceného kameniva „standard“	

Tab. 5: Stanovení účinnosti kameniva

Původně navržená tloušťka drceného kameniva  $T$  může být pro získání konečné návrhové hodnoty tloušťky kameniva  $T_{\text{eff}}$  (účinné tloušťky) nahrazena skládáním materiálů o tloušťce  $T_i$  a účinnosti  $\alpha_i$

$$T_{\text{eff}} = \sum T_i / \alpha_i$$

Příklady lze najít v části 3.6.

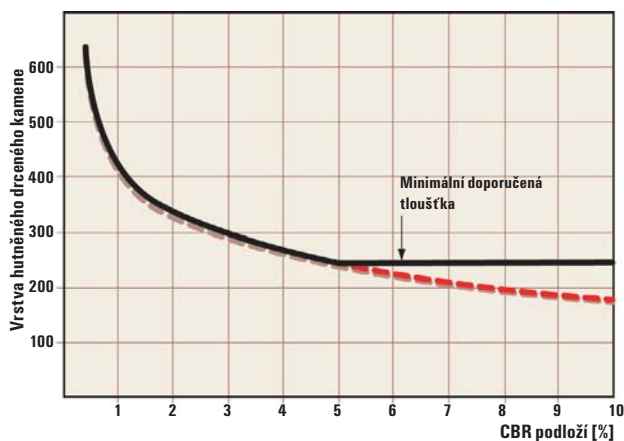
### 3.3.2. Zpevněné komunikace

Trvalé zpevněné cesty se obvykle skládají ze základu z kameniva, bitumenového základu vozovky a betonové nebo bitumenové povrchové krycí vrstvy.

Předložená návrhová metoda předpokládá, že výsledkem instalace Typar®SF mezi podloží a základ z kameniva zpevněných cest je:

- Lepší zhutnění kameniva
- Konsolidaci podloží při dynamickém zatížení
- Dlouhodobou ochranu kameniva před kontaminací

Tyto výhody znamenají prodloužení životnosti nebo, jinými slovy, schopnost přenést mnohem více dopravního zatížení při dané tloušťce základu z kameniva. Navíc, použitím části základu z kameniva jako příjezdové komunikace pro stavební provoz, lze s výhodou použít stabilizační účinky Typar®SF. Separáčn a filtrační funkce podpoří konsolidaci podloží pod statickým a dynamickým zatížením. To je stejně účinné jako provedení stabilizace samotné zeminy.



Proces navrhování je stejný jako pro nezpevněné cesty (viz předchozí část). Nicméně hutněná tloušťka drceného kameniva  $T'_0$  pro 1000 osových zatížení pro zpevněné cesty se určuje podle obr. 19. Tato tloušťka má být stanovena podle doby životnosti a účinnosti kameniva jako pro nezpevněné stavby.

Obr. 19: Tloušťka drceného kamene  $T'_0$

### 3.3.3. Zpevněné komunikace s výstavbou konstrukčních vrstev

Při navrhování zpevněných komunikací lze využít všech výhod výztužného mechanismu Typar®SF včetně obr. 17 – stanovení minimální tloušťky kameniva pro dočasně dopravní cesty. Tato konstrukce se následně začlení do finální zpevněné silniční stavby přidáním zbývajícího kameniva pro vytvoření nezbytné tloušťky, jak ukazuje obr. 18. Návrhové kroky jsou shrnuty v následujícím schématu:

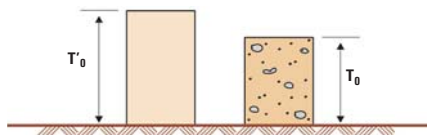
Zpevněné komunikace		Nezpevněná stavební komunikace <sup>19</sup>	
A. Výchozí tloušťka kameniva $T'_0$		B. Výchozí tloušťka kameniva $T_0$	
Únosnost zeminy	CBR, $C_u$	Únosnost zeminy	CBR, $C_u$
Osová zatížení	$P_i$	Osová zatížení	$P_i$

Obr. 19 ⇒

$T'_0$

Obr. 17 ⇒

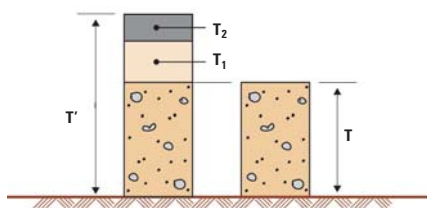
$T_0$



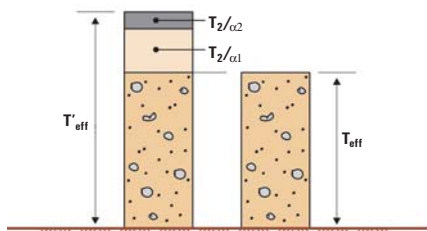
B. Stanovení $T'_0$ pro dobu životnosti		B. Stanovení $T_0$ pro dobu životnosti	
Osová zatížení	$P_i$	Osová zatížení	$P_i$
Skutečný počet pojezdů	$N'_i$	Skutečný počet pojezdů	$N_i$
Tloušťka hutněného drceného kamene	$T'_0$	Tloušťka hutněného drceného kamene	$T_0$

$$ESAL = (P_i/P_0)^{3,95}$$

$N'_E = \sum N'_i * ESAL \Rightarrow C$	Obr. 18	$N_E = \sum N_i * ESAL \Rightarrow C$	Obr. 18
$T' = C * T'_0$		$T = C * T_0$	
$\alpha = 1$			



C. Stanovení $T'$ pro účinnost kameniva		C. Stanovení $T$ pro účinnost kameniva	
$T'_{eff} = T_{eff} + \sum T_i / \alpha_i$		$T_{eff} = \sum T_i / \alpha_i$	
s $T_{eff}$ minimální účinné tloušťky pro stavební cesty			



Obr. 20: Návrhové schéma<sup>20</sup>

<sup>19</sup> viz též 3.3.1

<sup>20</sup> viz též příklad část 3.6.2.

### 3. 4. Výběr správného typu Typar® SF

Pokyny pro návrh prezentované v předcházejících částech jsou založeny na použití základního Typar®SF s energetickou úrovní 1. Vyšší provozní energetické úrovně 2, 3 nebo 4 mohou být použity v případě dodatečných požadavků na návrh, aby odolal:

- Účinkům dopravy
- Účinkům podmínek instalace
- Účinkům hutnění

Požadovanou úroveň lze určit podle obrázků 21 až 23, podle kterých lze vybrat odpovídající energetickou úroveň Typar®SF

Energetická úroveň			Úroveň 1	Úroveň 2	Úroveň 3	Úroveň 4
zkouška	Norma	Jednotka				
<b>Energetická absorpce (skutečná)</b>	EN ISO 10319 / ASTM D4595	KJ/m <sup>2</sup>	2	5	8	11
Pevnost v tahu		kN/m	7	12	20	25
Průtažnost		%	50	50	50	50
Pevnost při 5% protažení		kN/m	2,5	5	7,5	10
CBR vpich	EN ISO 12236	N	1000	1500	2500	3250
Statická penetrace	EN 918	Mm	40	35	30	20
Minimální doporučený Typar®SF			SF 32	SF 49	SF 77	SF 94

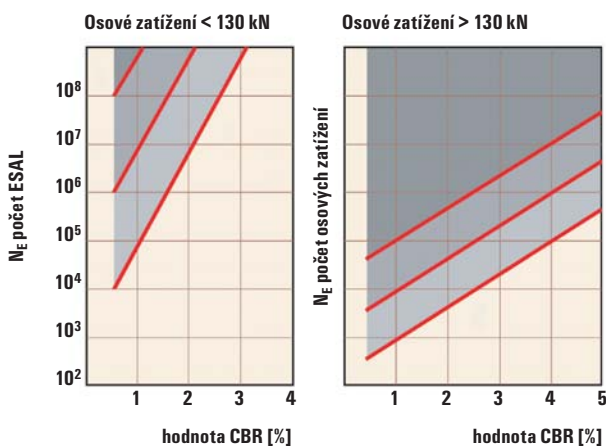
Tab. 6: Minimální hodnoty pro různé energetické úrovně Typar®SF<sup>21</sup>

#### 3.4.1. Účinky dopravy

Lepší vlastnosti tkaniny se vyžadují, aby odolaly:

- Opotřebením způsobenému velkým počtem ekvivalentních normových osových zatížení (ESAL)
- Přidavným napětím vyvolaným velmi těžkými mechanizmy (obecně s osovým zatížením větším než 130 kN).

Správná energetická úroveň Typar®SF lze zvolit s použitím obr. 21 podle CBR podloží a počtu působení osovým zatížením.



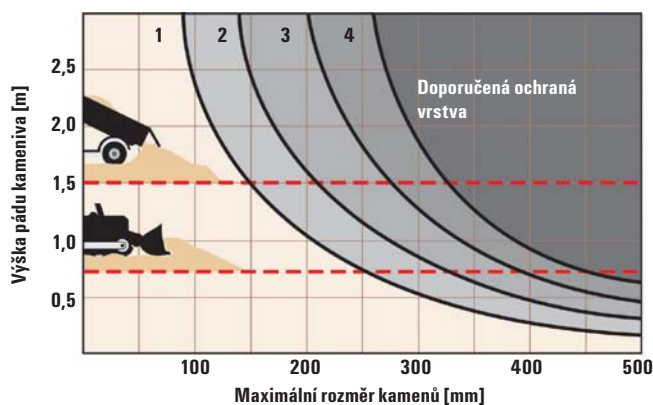
Obr. 21: Doporučené energetické úrovně jako funkce dopravy<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Prosíme věnovat pozornost tomu, že výběr Typar® energetické úrovně může záviset na národních klasifikačních systémech a specifikacích

<sup>22</sup>  $N_E = \sum N_i \cdot ESAL_i$

### 3.4.2. Účinky podmínek instalace

Aby geotextilie plnila dlouhodobě své funkce, musí odolat namáhání při instalaci, zejména při navážení kameniva a jeho hutnění. Obr. 22 ukazuje doporučené energetické úrovně Typar® SF jako funkci velikosti zrna kameniva a výšky pádu. Je zřejmé, že navážení kameniva a jeho tlak na již položené vrstvy místo navážení přímo na geotextilii, umožňuje použít typy s nízkou energetickou úrovní.

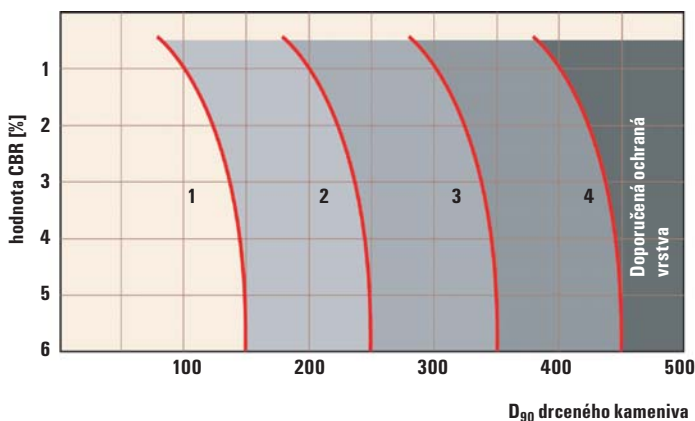


Obr. 22: Doporučená energetická úroveň funkcí velikosti zrna kameniva a výšky pádu

### 3.4.3. Účinky hutnění

Pro funkci geotextilie jako dlouhodobé separace je nepříznivé, dojde-li během hutnění kameniva k proražení ostrými kameny. Obr. 23 ukazuje doporučené energetické úrovně Typar® jako funkce CBR zeminy a D90 (velikost 90 % propadu) drceného kameniva v kontaktu s Typar®SF.

Poznámka: Typy s nízkou energií pod 2 kJ/m<sup>2</sup> lze použít pouze tam, kde je navržena lehká doprava (osobní auta) a maximální rozměr kameniva nepřekročí 50 mm.



Obr. 23: Doporučená energetická úroveň jako funkce velikosti zrna drceného kamene a CBR podložní zeminy

### 3.4.4. Požadavky na filtr

Aby geotextilie plnila dlouhodobě své separační a filtrační funkce, musí splňovat zjednodušená kritéria z tabulky 7, ve které je O<sub>90</sub> měřeno zkušební metodou EN 12956 pro prosívání za mokra.

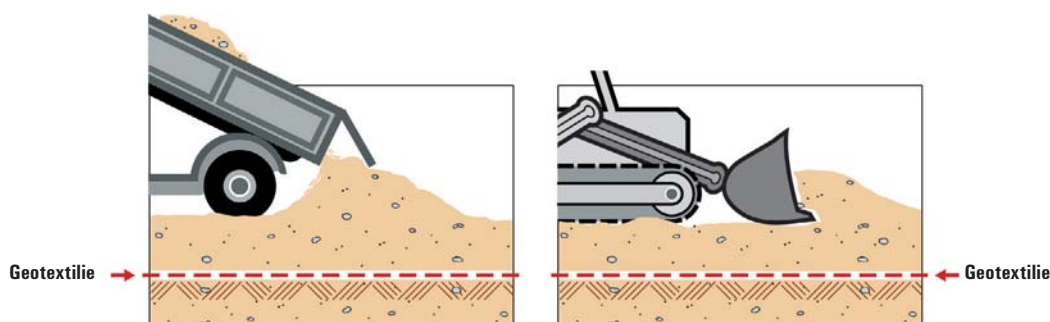
Velmi jemné soudržné zeminy D <sub>85</sub> <0,06, D <sub>10</sub> <0,002	Nesoudržné zeminy
O <sub>85</sub> <0,200 mm	O <sub>90</sub> =<2 x D <sub>85</sub>

Tab. 7: Obecné požadavky na filtr

### 3. 5. Směrnice pro instalaci

Při instalaci Typar®SF v silničním stavitelství a výstavbě základů z kameniva se musí dodržovat následně uvedená opatření:

1. Odstranit všechny velké úlomky, které by mohly prorazit Typar®SF
2. Typar®SF se musí použít nejméně v šířce základu z kameniva
3. Při použití dvou a více rolí je nutné zajistit odpovídající překrytí (obvykle nejméně 30 cm)
4. Za větrného počasí použít k zatížení Typar®SF hromádky hrubého kameniva v pravidelných intervalech
5. Kamenivo navážet tak, aby se nemuselo přesouvat přímo po geotextilii (obr. 24)



Obr. 24: Navážení kameniva na Typar®SF bez posouvání po geotextilii

6. Urovnat a ztuhnout vrstvu kameniva před dalším pojezdem těžké mechanizace po ní
7. Maximální rozměr zrna nesmí překročit 1/3 tloušťky vrstvy kameniva
8. Vyrovnat vyjeté koleje, jakmile jejich hloubka překročí 1/3 tloušťky vrstvy kameniva. Zabrání se tak dalšímu vytváření kolejí.
9. První vrstva kameniva musí mít tloušťku min. 250 mm

### 3. 6. Příklady návrhů

#### 3.6.1. Příklad 1 (podle 3.3.1)

Dodavatel uvažuje o celoročním příjezdu ke vzdálené mostní stavbě přes podloží z organických jílů s CBR 2,5 %. Asi 6 nákladních aut (třínápravových) bude na staveništi jezdit denně během období 5 měsíců. Zdroj levného štěrku je blízko ( $\alpha = 0,4$ ,  $D_{\max} = 100$  mm)

#### A. Výchozí tloušťka kameniva $T_0$

Únosnost zeminy	CBR = 2.5
Osová zatížení	$P_i = 80$ kN
Obr. 17 $\Rightarrow$	$T_0 = 190$ mm

#### B. Stanovení $T_0$ podle doby životnosti

Osová zatížení	$P_i = 80$ kN
Skutečný počet pojezdů	$N_i = 6$ trucks/day
Tloušťka hutněného drceného kamene	$T_0 = 190$ mm

$$ESAL = (P_i/P_0)^{3.95} = 1$$

$$N_E = \sum N_i * ESAL_i$$

$$N_E = 5 \text{ měsíců} \times 30 \text{ dní} \times 6 \text{ aut/den} \\ \times 3 \text{ osy} \times 1 = 2700$$

$$\text{Obr. 18} \Rightarrow C = 1.12$$

$$T = C * T_0 = 1.12 * 190 = 212\text{mm}$$

1

2

3

### C. Stanovení T pro účinnost kameniva

$$T_{\text{eff}} = \sum T_i / \alpha_i = 212 / 0.4 = 530 \text{ mm}$$

Výběr vhodné energetické úrovně Typar® SF

CBR = 2.5%

$N_E = 2700$

Obr. 21:

⇒ úroveň 1

výška pádu = 1m

$D_{\text{max}} = 100 \text{ mm}$

Obr. 22:

⇒ úroveň 1

Obr. 23: použitelné pouze pro drcené kamenivo

Tab. 7: soudržné zeminy  $Q_{\text{max}} \leq 0.200 \text{ mm}$

⇒ **SF 37**

Instalace:

Dodržuj instalační směrnice viz 3.5

Instaluj dvě vrstvy štěrku po 330 cm a zhutni na 265 cm

### 3.6.2. Příklad 2 (podle 3.3.3)

Dopravní společnost bude stavět terminál a parkovací plochu s očekávanou životností patnáct let. Zařízení bude používat 20 nákladních aut denně a 8 z nich pojedje v jednom směru prázdných. Nákladní vozy budou čtyřnápravové. Staveniště leží v depresi a má proměnlivé podloží. Při průzkumu byl zjištěn CBR 1 %. Příjezdová komunikace a parkovací plocha bude zpevněná 70 mm ( $=T_{\text{hotmix}}$ ) povrchovou vrstvou hotmix asfaltu. Jako základ konstrukce vozovky bude použit písčitý štěrk ( $\alpha = 0,5$ ) a poté kvalitní oblý štěrk, ( $\alpha = 0,8$ ,  $D_{\text{max}} = 100 \text{ mm}$ ) jako finální vrstva.

Dodavatel nejprve zhotoví pracovní a montážní plochu k a okolo terminálu. Tyto konstrukce z kameniva budou zahrnuty do konečné zpevněné stavby, což ušetří čas i peníze. Návrhové schéma podle obr. 20:

#### Zpevněné komunikace

#### Nezpevněné stavební komunikace

##### A. Výchozí tloušťka kameniva $T'_0$

##### A. Výchozí tloušťka kameniva $T_0$

Únosnost zeminy

CBR = 1%

Únosnost zeminy

CBR = 1%

Osově zatížení

$P_i = 80 \text{ kN}$

Osově zatížení

$P_i = 80 \text{ kN}$

Obr. 19 ⇒

$T'_0 = 420 \text{ mm}$

Obr. 17 ⇒

$T_0 = 280 \text{ mm}$

##### B. Stanovení $T'_0$ pro dobu životnosti

##### B. Stanovení $T_0$ pro dobu životnosti

Únosnost zeminy

$P_{\text{full}} = 80 \text{ kN}$

Únosnost zeminy

$P_i$

$P_{\text{empty}} = 30 \text{ kN}$

Skutečný počet pojezdů

$N'_i$

Skutečný počet pojezdů

$N_i$

Tloušťka hutněného

drceného kamene

$T'_0$

Tloušťka hutněného

drceného kamene

$T_0$

$$ESAL_{\text{full}} = (P_i / P_0)^{3.95} = 1$$

$$ESAL_{\text{full}} = (30 / 80)^{3.95} = 0.021$$

$$ESAL_{\text{stavební odhad}} = 3000$$

$$N'_{\text{full}} = 32 \times 6 \times 52 \times 15 \times 4 \text{ osy} = 599040$$

$$N'_{\text{empty}} = 8 \times 6 \times 52 \times 15 \times 4 \text{ osy} = 149760$$

$$N'_E = 599040 \times 1 + 149760 \times 0.021 = 602185$$

$$N_E \text{ stavební odhad} = 3000$$

Obr. 18 ⇒

$C = 1.75$

Obr. 18 ⇒

$C = 1.13$

$$T' = C * T'_0 = 1.75 * 420 \cong 740 \text{ mm}$$

$$T = C * T_0 = 1.13 * 280 \cong 320 \text{ mm}$$

$$\alpha = 1,0$$

1

2

3



C. Stanovení T' pro účinnost kameniva	C. Stanovení T pro účinnost kameniva
$T'_{\text{eff}} = T_{\text{eff}} + \sum T_i / \alpha_i$	$T_{\text{eff}} = \sum T_i / \alpha_i$
S $T_{\text{eff}}$ minimální účinné tloušťky pro stavební cesty	

Z celkové tloušťky  $T'$  740 mm bylo použito 320 mm ( $\alpha = 1,0$ ) jako podklad pro stavební dopravu. 70 mm obrusné vrstvy je rovno 140 mm materiálu s účinností  $\alpha = 1,0$ . Zbývajících 280 mm ( $T_{\text{rem-zbytková}}$ ) bude zajištěno 350 mm (= 280/0,8) oblého kameniva. Výsledkem je celková efektivní tloušťka 790 mm.

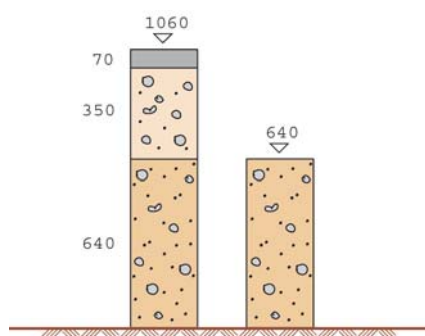
$T'_{\text{eff}} = T_{\text{eff}} + T_{\text{hotmix}} / \alpha_{\text{hotmix}} + T_{\text{rem}} / \alpha_{\text{rem}}$ $T_{\text{rem}} = T' - T_{\text{hotmix}} (\alpha = 1) = 740 - 320 - 140 = 280 \text{ mm}$ $T'_{\text{eff}} = 640 + 140/2 + 280/0.8 = 1060 \text{ mm}$	$T_{\text{eff}} = 320 / 0.5 = 640 \text{ mm}$
--	---

### Výběr vhodné energetické úrovně Typar® SF

CBR = 1.0%	$N'_E = 602185$	Obr. 21: ⇒ úroveň 2
Výška pádu = 1m	$D_{\text{max}} = 100 \text{ mm}$	Obr. 22: ⇒ úroveň 1
Obr. 23: Použitelné pouze pro drcené kamenivo ⇒ <b>SF 49</b>		

### Instalace:

- Dodržuj instalační směrnici viz 3.5
- Polož 400 mm oblého kameniva pro stavební komunikace
- Polož 350 mm oblého kameniva a 70 mm asfaltové (hotmix) obrusné vrstvy



1

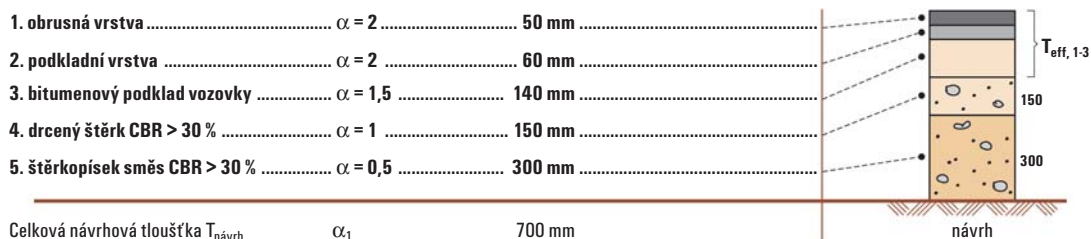
2

3

### 3.6.3. Příklad 3

Dodavatel chce silniční správě navrhnout sofistikovaný návrh komunikace, aby ukázal možné úspory při použití geotextilie. Původní návrh prezentovaný silniční správou pro výběrové řízení byl následující:

Konstrukce silnice:



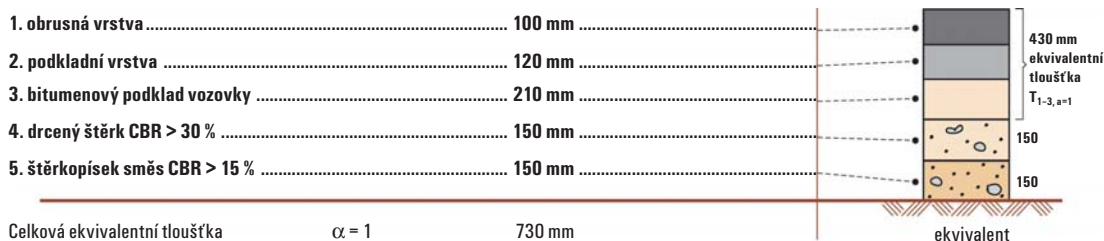
Tento návrh je založen na následujících odhadech dopravy:

Doprava: osově zatížení je 8 tun nebo 80 kN  
životnost 10 let  
celkový počet pojezdů  $15 \times 10^6$  osových zatížení/životnost komunikace

Únosnost: stávající podloží CBR 1–5 %

Jelikož CBR stávajícího podloží kolísá, je nová konstrukce komunikace stanovena pro CBR = 1 %, 3 % a 5 %. Dále se nebudou měnit vrstvy 1, 2, 3 s běžnou návrhovou tloušťkou  $T'_{eff\ 1-3} = 250$  mm a ekvivalentní tloušťkou  $T_{eff\ 1-3, \alpha=1} = (T_1 + T_2) \times \alpha_{1,2} + T_3 \times \alpha_3 = 430$  mm s použitím kameniva s faktorem účinnosti  $\alpha_{1,2} = 2$  a  $\alpha_3 = 1,5$ . Ekvivalentní tloušťka vrstvy 4 je  $150/(\alpha=1) = 150$  mm, tloušťka 5 vrstvy je  $300/(\alpha=0,5) = 600$  mm. Všechna následující srovnání jsou založena na použití kameniva s účinností  $\alpha=1$ .

Ekvivalentní konstrukce silnice je nastíněna níže:



#### A. Initial Aggregate Thickness $T_0$

Únosnost zeminy CBR = viz tabulka níže

Osově zatížení  $P_i = 80$  kN

Obr. 17  $\Rightarrow$   $T'_0$  = viz tabulka níže

CBR	1 %	3 %	5 %
$T'_0$ (tloušťka) (obr. 8) [mm]	420	300	250

**B. Stanovení  $T_0$  pro dobu životnosti**

Osově zatížení	$P_i = 80 \text{ kN}$
Počet pojezdů (ESAL)	$N'_E = 15 \cdot 10^6$ osových zatížení
Tloušťka hutněného drceného kamene	$T'_0 = \text{viz tabulka níže}$

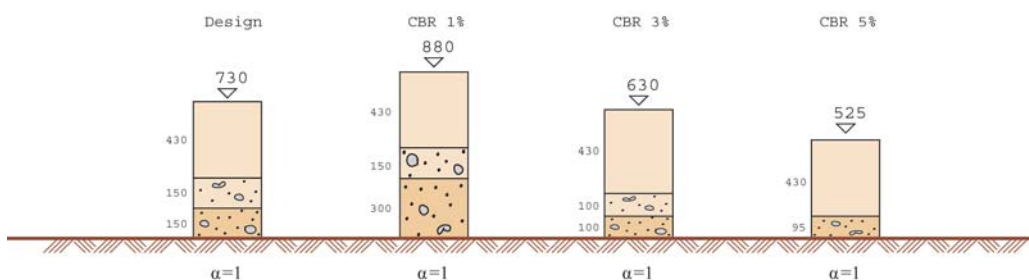
CBR	1%	3%	5%
C (stanovení doby životnosti)	2.1	2.1	2.1
$T = T'_0 \cdot C$ (min s $\alpha=1$ ) [mm]	880	630	525

**C. Stanovení T pro účinnost kameniva**

CBR	1%	3%	5%
$T_{\text{zbytková}} (= T - T_{1-3, \alpha=1})$ [mm]	450	200	95

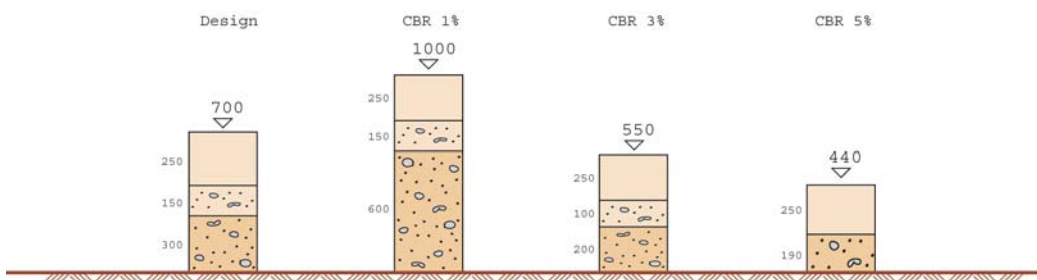
Zbytková tloušťka  $T_{\text{zbytková}}$  může být rozdělena do dvou dostupných materiálů následujícím způsobem:

$T_4$ (standardní kamenivo) [mm]	150	100	-
$T_5$ (písek/štěrk směs) [mm]	300	100	95
Redukce (= $T - 730 \text{ mm}$ ) [mm]	+150	-100	-205



Toto vede k uspořené efektivní tloušťky pro CBR = 3 % a 5 % a k nárůstu tloušťky pro CBR = 1 %.

CBR	1%	3%	5%
$T_{4, \text{eff}}$ (standardní kamenivo) [mm]	150	100	-
$T_{5, \text{eff}}$ (písek/štěrk směs) [mm]	600	200	190
Efektivní redukce (= $T_{\text{návrh}} - T_{\text{eff}}$ ) [mm]	+300	-150	-260



1

2

3

**Literatura:**

<sup>1</sup>Robnett, Q.L. a Lai, J.S. Fabric Reinforced Aggregate Roads – An Overview., 61st Annual Meeting of TRB in Washington, January, 182  
Lavin, J.G, Murray,C.D., Murch, L.E., Robnett, Q.L. a Lai, J.S. Prospects of spunbonded Fabrics in Civil Engineering, Proceedings of Nonwoven Fabrics Conference, University of Manchester, Institute of Science & Technology, June,1980  
Robnett, Q.L., Lai, J.S. et al., Use of Geotextiles in Road Construction, Proceedings, Third Conference – Road Engineering Association of Asia and Australia, Taipei, April, 1981

Robnett, Q.L., Lai, J.S. et al., Use of Geotextiles to Extend Aggregate Resources, ASTM Symposium on Extending Aggregate Resources, December 1980

Giroud, J.P., Noiray, L., Geotextile Reinforced Unpaved Road Design, Journal of the Geotechnical Division, ASCE, Volume 107,GT9, September, 1981

<sup>11</sup>SINTEF Report, Non-woven Geotextiles in Road Constructions, 1996

<sup>12</sup>Hammit II, G.M., „Thickness Requirements for unsurfaced Roads and Airfields Bare Base Support“. Technical report s. 70-5, July 1970. US Army Engineer Waterway Experiment Station, Vicksburg M.S.

## DRENÁŽNÍ SYSTÉMY

<b>4. 1. Úvod</b>	<b>28</b>
<b>4. 2. Funkce</b>	<b>28</b>
<b>4. 3. Vlastnosti geotextilie</b>	<b>28</b>
<b>4. 4. Navrhování drenážních systémů</b>	<b>29</b>
4.4.1. Kritérium retence zeminy	29
4.4.2. Kritérium propustnosti	31
4.4.3. Zvláštní zeminy	32
4.4.4. Komentář a doplňkový výběr kritérií	32
<b>4. 5. Typické drenážní systémy</b>	<b>33</b>
4.5.1. Francouzské drény	33
4.5.2. Drenáž krajnice	33
4.5.3. Prostorová drenáž	34
4.5.4. Plošné drény	34
4.5.5. Kompozitní drenáž	35
<b>4. 6. Směrnice pro instalaci</b>	<b>36</b>
4.6.1. Rýhy	36
4.6.2. Plošné drény	36
4.6.3. Svislé drény s Typar® SF	37

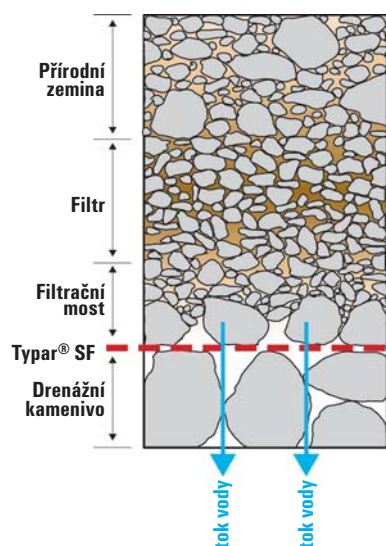
## 4. DRENÁŽNÍ SYSTÉMY

### 4. 1. Úvod

Tato část je návodem pro použití Typar®SF jako filtračního média, pro navrhování a výstavbu některých typických drenážních systémů. Návrhový postup pro použití Typar®SF je výsledkem znalostí získaných z několika laboratoří a polních testů, a zkušeností z řady instalací po celém světě.

### 4. 2. Funkce

In drainage applications Nahrazení běžných zrnitých filtrů filtrem geotextilním se při používání drenáže (kontrolovaný odvod vody) stalo standardním postupem. Geotextilní filtr splňuje stejné funkce - zabráňuje ucpávání drénů, navíc má výhodu snadné instalace a kontrolovatelné filtrační kvality, což je nezbytné zejména v obtížných stavebních podmínkách. Použití geotextilií vede k podstatným úsporám nákladů díky kratší době instalace, zmenšení výkopů a snížení spotřeby materiálu.



Obr. 6: Přírodní zeminový filtr přiléhající ke geotextilii

číní velice odolným proti poškození během instalace, stejně jako zajišťuje výbornou rozměrovou stabilitu velikosti pórů a propustnosti.

Typar®SF skutečně umožňuje vybudování přírodních zeminových filtrů přiléhajících ke geotextilii po její instalaci. To vede k vytvoření filtračního mostu, který se může vyvinout pouze tehdy, jestliže má geotextilie rovnoměrné rozložení velikosti pórů. Následující zásady vám pomohou vybrat správný filtr.

### 4. 3. Vlastnosti geotextilie

V celém světě se provádí rozsáhlý výzkum pro stanovení filtrační užítosti geotextilií ve vztahu k rozložení velikosti zrn filtrované zeminy, a hydraulických podmínek vzhledem k rozložení velikosti pórů a propustnosti geotextilie.

Nejdůležitějšími vlastnostmi geotextilního filtru je číslo velikosti pórů  $O_{90}$  a propustnost  $k$ .  $O_{90}$  je rozměr pórů, který odpovídá  $d_{90}$  zeminy při propadu na sítu. Velikost pórů  $d_{90}$  se zjišťuje jednou z několika metod prosívání. Výsledky z takových zkoušek umožňují vytvořit křivku rozměrů pórů pro geotextilii. Z takové křivky lze odečíst hodnotu  $O_{90}$ .

Vlastnosti geotextilie jsou významně ovlivněny její stavbou. Tkané ploché geotextilie mají obvykle nízké procento otevřené plochy. Jelikož póry v této omezené ploše mají zpravidla stejný průměr, jsou blokovány nebo zaslepeny částicemi zeminy. Průtočná dráha těchto geotextilií je dlouhá a klikatá, jemné částice zeminy se mohou snadno zachytit v jejich úzkých kanálcích. Toto částečné ucpávání a citlivost na stlačení může způsobit výrazné snížení propustnosti.

Na druhé straně Typar®SF má výbornou zádržnou schopnost částic zeminy a propustnost pro vodu. Dobrou zádržnou schopnost má proto, že obsahuje širokou škálu velikostí a tvarů pórů. Je proto nepravděpodobné, že částice zeminy budou v Typar®SF zachyceny. Hydraulické vlastnosti Typar®SF nejsou citlivé na stlačení, díky jeho předstlačené struktuře.

Geotextilie musí dále odolat namáhání při instalaci a ihned plnit svou filtrační funkci. Typar®SF má vzhledem k vysokému počátečnímu modulu a vysoké průtažnosti vysoký absorpční energetický potenciál, který jej

1

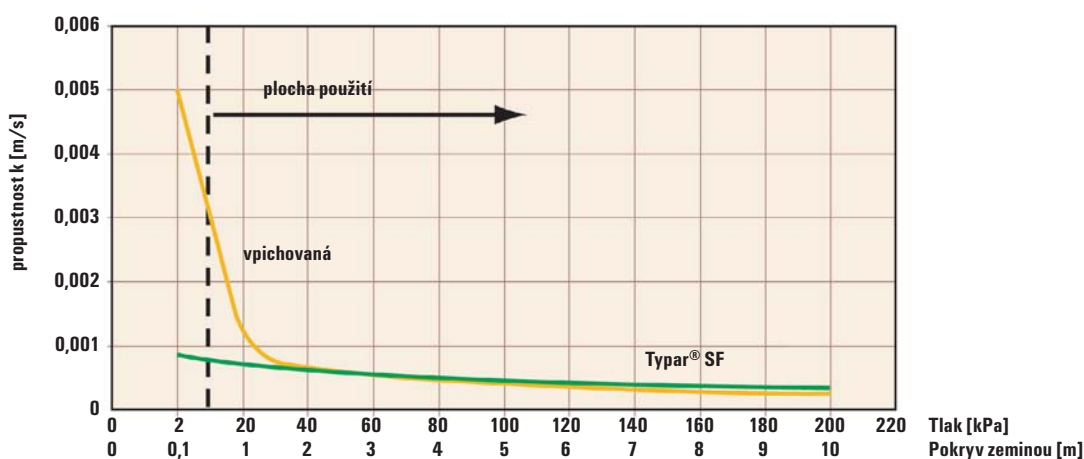
2

3

4

Popis různých metod k určení rozložení velikosti pórů lze najít v příloze.

Propustnost  $k$  (m/s) popisuje průtok vody kolmo na rovinu. Propustnost pod zatížením značně ovlivňuje struktura geotextilie. K vyhodnocení různých produktů s rozdílnou strukturou je nejlepší srovnávat propustnost pod zatížením. Následující obr. 25 ukazuje, jak se mění propustnost silné netkané geotextilie pod tlakem, ve srovnání s předstlačeným Typar®SF.



Obr. 25: Propustnost pod tlakem – Srovnání vpichované geotextilie s Typar®SF

Jinak lze propustnost geotextilie popsat jako hydraulickou vodivost nebo průtočnost v dané normální úrovni tlaku při určité výškové ztrátě ( $l/(m^2 \times s)$ ).

**Důležité** - propustnost geotextilie by měla být vyšší než propustnost zeminy, aby se nesnižovala průtočnost zeminy.

## 4. 4. Navrhování drenážních systémů

Výběr filtru je poměrně složitý proces, interakci mezi zeminou a filtrem určují následující faktory:

- Vlastnosti geotextilie: rozložení velikosti pórů ( $O_{90}$ ), propustnost, stlačitelnost a struktura
- Vlastnosti zeminy: křivka zrnitosti, číslo stejnozrnnosti, zhutnění, plasticita a koheze
- Hydraulické poměry: jednosměrné nebo zpětné proudění, gradient a chemická srážlivost
- Instalační podmínky: fyzické poškození během instalace a obsah vody v zemině při instalaci

Při navrhování filtru je třeba vzít v úvahu dvě hlavní kritéria - retence zeminy a propustnost.

### 4.4.1. Kritérium retence zeminy

Výběr začíná určením křivky zrnitosti zeminy, která bude odvodňována. Musí se určit hranice pro maximální číslo velikosti pórů  $O_{90}$ . Hlavní kritérium pro podkritické situace (ustálený průtok, nízký gradient) je::

$$O_{90} < 2 * D_{85}$$

1

2

3

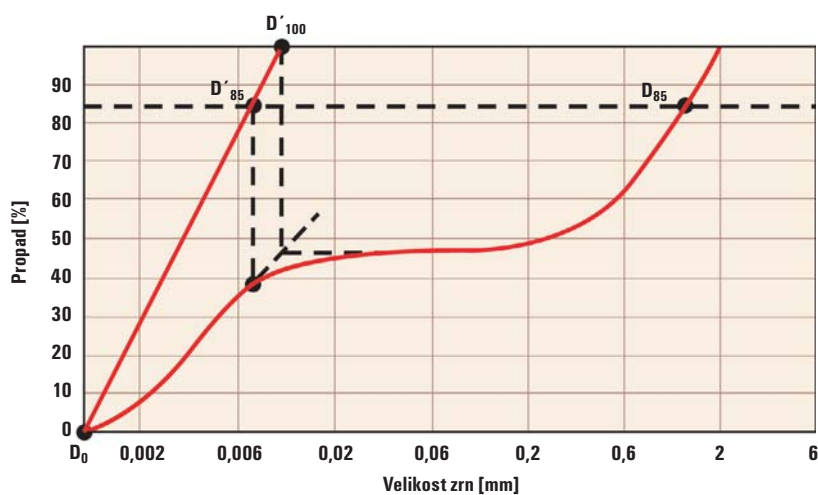
4

Pokud je nejdůležitějším kritériem omezení sufoze, použijí se následující kritéria:

	velmi jemné soudržné zeminy $D_{85} < 0.06$ and $D_{10} < 0.002$	jemnozrná nesoudržná zeminy $D_{40} < 0.06$	hrubozrná zeminy $D_{40} > 0.06$
ustálené proudění	$Q_{90} < 0.200$	$Q_{90} < 6 * D_{60}$	$Q_{90} < 5 * D_{10} \sqrt{C_u}^{27}$
dynamické proudění	vyžadují se laboratorní zkoušky <sup>28</sup>		$Q_{90} < 1,5 * D_{10} \sqrt{C_u}$ $Q_{90} < D_{60}$

Tab. 8: Filtrační kritéria pro různé zeminy a podmínky proudění

V případě zemin s přerušovanou zrnitostí, jak ukazuje graf (obr. 26) níže, se místo  $D_{85}$  použije  $D'_{85}$  ( $D_{85}$  jemnější části zeminy). K určení  $D'_{85}$  se prodlouží gradient jemnější části zeminy a rovinně částí grafu. Průsečík určí  $D'_{100}$  pro část jemnozrné zeminy. Propojením  $D'_{100}$  s  $D_0$  dojde k vyznačení  $D'_{85}$ .



Obr. 26: Zeminy s přerušovanou zrnitostí

<sup>27</sup>  $C_u = D_{60}/D_{10}$

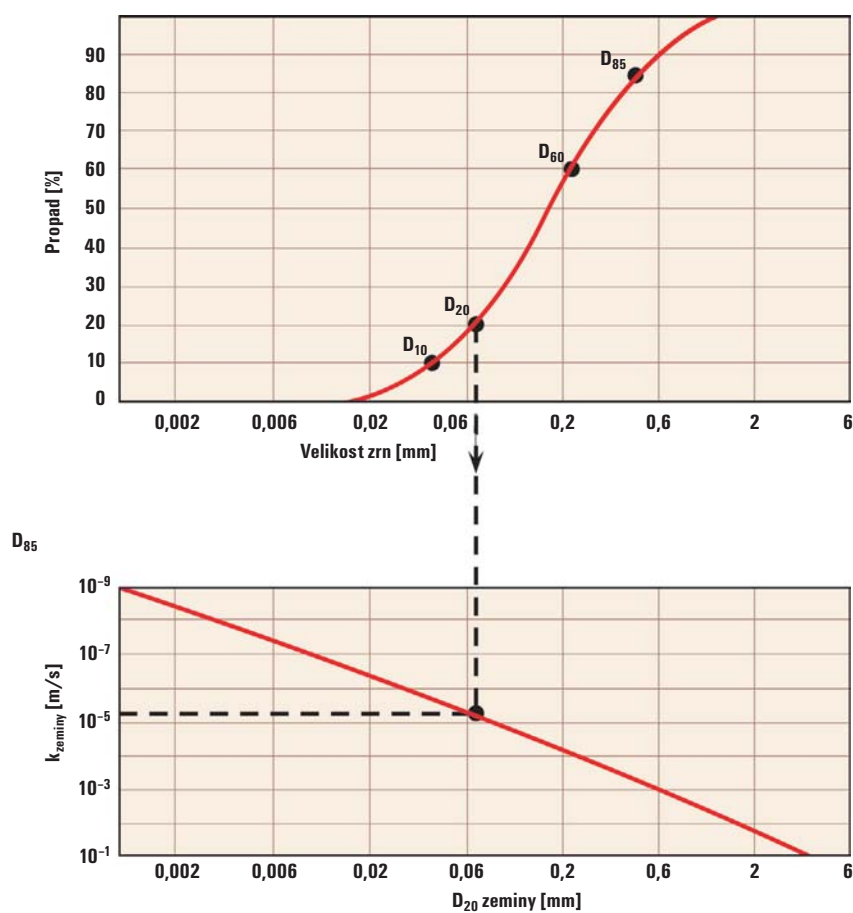
<sup>28</sup> Můžete požádat DuPont Geosynthetics Technical Centre nebo použít schéma v příloze 7.10



#### 4.4.2. Kritérium propustnosti

Je obecným pravidlem, že propustnost geotextilie musí být větší než propustnost zeminy, která má být odvodněna. J.P. Giroud<sup>11</sup> navrhuje na základě srovnání zrnitých filtrů s geotextilními filtry, že k zajištění odpovídající odvodňovací kapacity musí být propustnost geotextilie 10krát větší než je propustnost odvodňované zeminy. Merray and McGown opět navrhli tíž faktor 10 pro tkané a tenké netkané ( $\leq 2$  mm) a faktor 100 pro silné netkané geotextilie ( $\geq 2$  mm) pro použití při výstavbě vozovek a stavebních drenáží.

Propustnost zeminy lze odhadnout z velikosti zrna  $D_{20}$  s pomocí obr. 27



Obr. 27: Stanovení přibližné propustnosti zeminy jako funkce  $D_{20}$

1

2

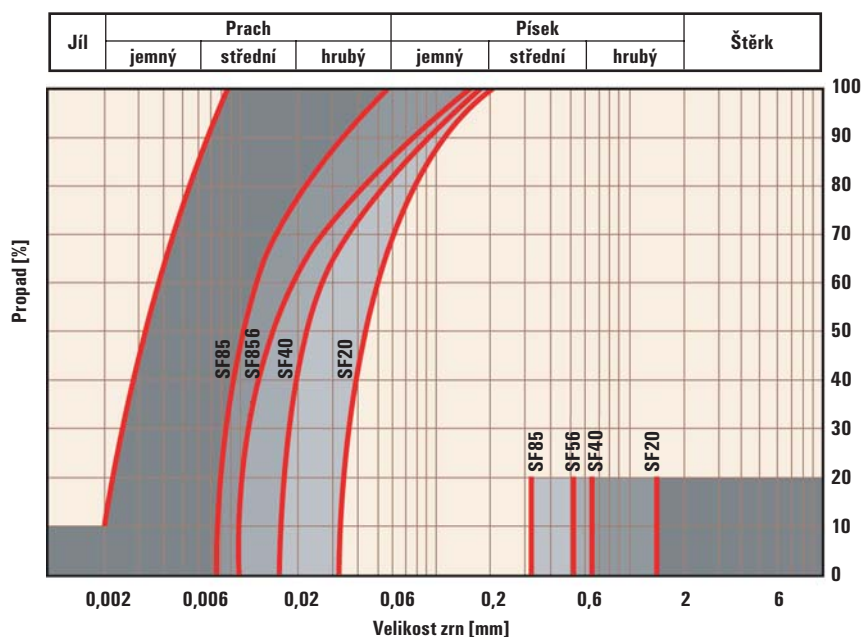
3

4

### 4.4.3. Zvláštní zeminy

Obr. 28 uvedený níže platí pro:

- Zeminy s  $Cu < 3$  a s méně než 10 % částic  $< 0,002$  mm, jejichž křivka zrnitosti je uvnitř šedé zóny, a které nejsou dobře pokryty vyznačenými typy Typar®SF. Před výběrem geotextilie se vyžadují laboratorní zkoušky. Pokud křivka zrnitosti přetíná vystínovanou pole, lze použít běžná filtrační kritéria.
- Zeminy, jejichž křivka zrnitosti přetíná vystínovaný pravoúhelník, nesplňují kritéria propustnosti. Nárůst tlaku vody může způsobit konstrukční problémy.



Obr. 28: Zvláštní zeminy vyžadující speciální rozhodování při výběru typu TYPAR® SF

### 4.4.4. Komentář a doplňkový výběr kritérií

Laboratorní zkoušky a zkušenosti z praxe ukazují, že řada typů TYPAR®SF s rozměry pórů většími než je uvedeno výše, dlouhodobě velmi dobře splňuje filtrační kritéria i u velmi jemných zeminIV.

Se zřetelem na podmínky instalace (výška pádu, typ kameniva, hutnění) lze doporučit těžší a silnější typ TYPAR®SF než je nezbytné podle propustnosti nebo filtračních požadavků. Podrobnosti lze najít v tabulce 9:

Použití	Doporučený typ TYPAR® SF
Zemědělská drenáž	SF20 or SF27
Drenážní systém s kamenivem $d < 20$ mm	SF32
Drenážní systém s kamenivem $d > 20$ mm	SF37 or higher

Tab. 9: Doporučený typ TYPAR® SF pro různá použití

1  
2  
3  
4

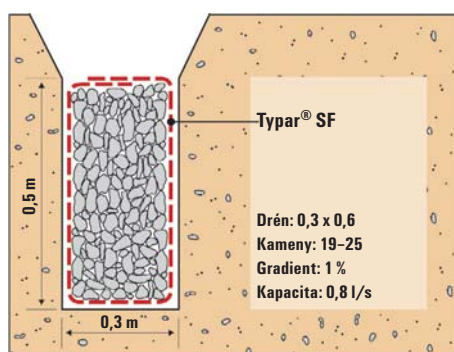
## 4. 5. Typické drenážní systémy

### 4.5.1. Francouzské drény

Typar® SF je s oblibou používán při výstavbě francouzských drénů, kde Typar®SF působí jako filtr a udržuje drenážní kapacitu drénu z kameniva. Odvodňovací kapacita drénu s kamenitou výplní je vztažena jak k příčnému rozměru tak ke gradientu

Rozměr kameniva [mm]	Drenážní gradient [%]	Odvodňovací kapacita Q [l/sec]				
		0.3 x 0.3	0.3 x 0.6	0.6 x 0.6	0.6 x 0.9	0.6 x 1.2
50	1.0	0.7	1.4	2.8	4.2	5.6
	2.0	1.4	2.8	5.6	8.4	11.2
19-25	1.0	0.4	0.8	1.6	2.4	3.2
	2.0	0.8	1.6	3.2	4.8	6.4
9-12	1.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
	2.0	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6
6-9	1.0	0.02	0.04	0.08	0.12	0.16
	2.0	0.04	0.08	0.16	0.24	0.32

Tab. 10: Odvodňovací kapacita francouzských drénů



Obr. 29: Příklad francouzského drénu

### 4.5.2. Drenáž krajnice

Podpovrchová drenáž krajnice vozovky musí rychle odvést infiltrovanou vodu, aby se zabránilo porušení podloží (viz obr.30)

W = šířka vozovky + krajnice

L = délka části drénu mezi vývody [m]

i = drenážní gradient [%]

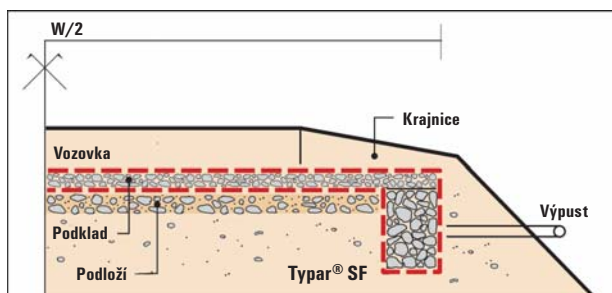
R = max. množství srážek [m/sec]

P<sub>R</sub> = průnik srážek [%]

Odvodňovací kapacita Q se určí:

$$Q = 10^3 \cdot L \cdot W \cdot R \cdot P_R \text{ [l/sec]}$$

Nezbytný rozměr drénu se určí podle tabulky 10 uvedené výše.

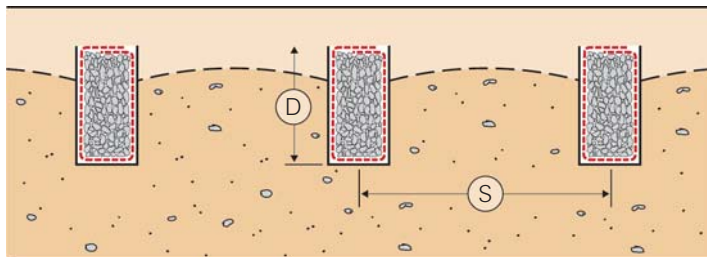


Obr. 30: Řez drénem krajnice

### 4.5.3. Prostorová drenáž

V podmínkách, kde je povrchová saturace způsobena nadměrnými srážkami, lze určit rozmístění drénů pro snižování podzemní vody podle tabulky 11. Za předpokladu, že každý drén musí odvést jak povrchovou, tak infiltrovanou vodu, je odvodnění Q:

$$Q = 10^3 \cdot S \cdot L \cdot R \text{ [l/sec]}$$



Obr. 31: Řez prostorovou drenáží

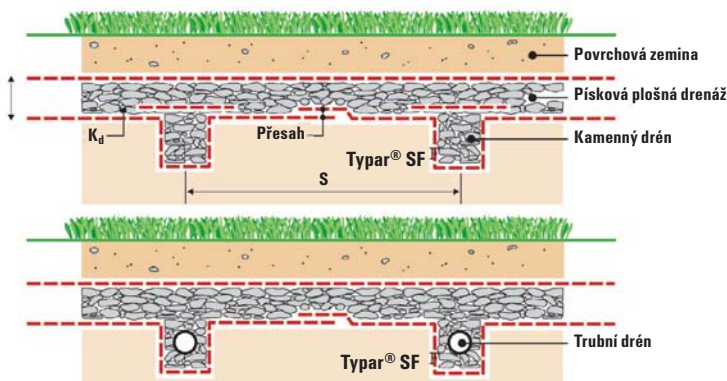
Nezbytný rozměr drénu se určí podle tabulky 10 str. 33.

Typ zeminy	Propustnost k [m/sec]	Vzdálenost drénů pro různé hloubky výkopu [m]		
		d = 1.0m	d = 1.3m	d = 1.6m
Organický jíl	3.0 x 10 <sup>-7</sup>	5m	6m	8m
Prach	5.0 x 10 <sup>-6</sup>	18m	25m	30m
Písčitý prach	3.0 x 10 <sup>-5</sup>	47m	62m	77m
Prachový písek	7.0 x 10 <sup>-5</sup>	67m	88m	109m

Tab. 11: Nezbytná vzdálenost drénů

### 4.5.4. Plošné drény

Sportoviště jsou typickým příkladem, kde je použití plošných drénů pro odvod povrchové vody nezbytné. Plošná drenáž se musí provést pod povrchovou zeminovou a vegetační vrstvou, aby se mohla voda rychle vsáknout. Plošná drenážní vrstva by měla být vložena mezi dvě filtrační vrstvy Typar®SF, aby se zabránilo zanášení drénu. Pokud se použije kombinace kamenného drénu a pískového plošného drénu, je třeba vložit mezi ně zvláštní vrstvu Typar®SF, která zabrání vzájemné kontaminaci.



Tloušťka plošného drénu t, nebo nezbytná propustnost  $k_d$  se vypočítá:

$$t = s/2 \sqrt{R/k_d}$$

kde  $t$  = tloušťka [m]  
 $s$  = vzdálenost drénů [m]  
 $k_d$  = propustnost drenážního materiálu [m/s]  
 $R$  = maximální srážky [m/s]

Obr. 32: Řez dvěma různými plošnými drény s použitím Typar® SF

Jako dostatečnou rezervu doporučujeme bezpečnostní koeficient 10 propustnosti  $k_d$ . Vzdálenost drénů s a rozměr drénu lze určit buď použitím tabulky 10 nebo výpočtem podle vzorce

$$Q = 10^3 \cdot S \cdot L \cdot R \text{ [l/sec]}$$

Pozor, povrchová zemina musí být dostatečně propustná, aby voda pronikala do drenážní vrstvy.

#### 4.5.5. Kompozitní drenáž



Obr. 33: Instalace kompozitní drenáže jako drénu krajnice

Během uplynulých let se na trhu geosyntetik objevily nové druhy drenážních materiálů, které si rychle získávají uznání při použití v konstrukcích a ve stavebním průmyslu: kompozitní drenážní výrobky.

Kompozitní drenážní výrobek je obecně složen z pevného syntetického jádra obklopeného nebo zabaleného do geotextilního filtru. Jádro musí mít dosti otevřenou, ale nestlačitelnou konstrukci, která umožní volný odtok vody ihned po instalaci. Filtr musí ochránit jádro, aby se nezanášelo zeminou.

Tyto výrobky lze použít v:

##### Použití ve stavebnictví:

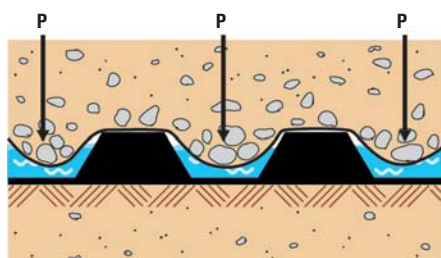
- Drény v komunikaci: okrajové drény, plošné drény, asfaltové drény
- Skládky odpadků: odvod plynů nebo sběr výluhů
- Plošné drény pod sportovišti, ...
- Zemědělské trubní drény
- Svislé nebo knotové drény

##### Použití v konstrukcích:

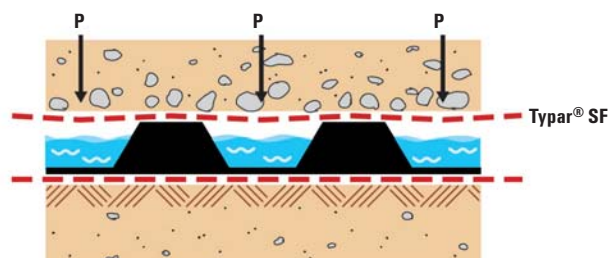
- Membránové drény pro ochranu podzemních stěn, základů, parkovacích míst...
- Plošné drény teras, zelených střech, balkónů...

Výrobky pro kompozitní drenáže rychle nahrazují tradiční drenážní systémy z kameniva obaleného geotextilií. Jejich tovární výroba a snadná instalace je činí ekonomickou alternativou tradičních drénů.

Pro další informace o těchto výrobcích, jejich použití a dostupnosti, prosím, kontaktujte vašeho místního zástupce Typar®SF.



Obr. 34a: Redukce drenážní kapacity vlivem deformovatelné filtrační tkaniny



Obr. 34b: Typar®SF a jeho vynikající účinnost jako filtru v kompozitním drenážním systému

1

2

3

4

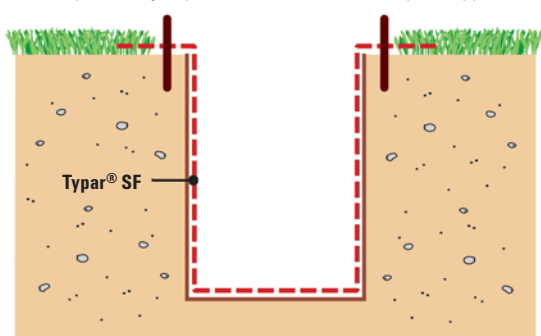
## 4. 6. Směrnice pro instalaci

Typar®SF je velmi důležité zakrýt co nejdříve po jeho položení. Při dešti mohou být vymývány malé částice zeminy, které mohou na geotextilii uschnout a vytvořit vrstvu **nepropustné** zeminy (jílu).

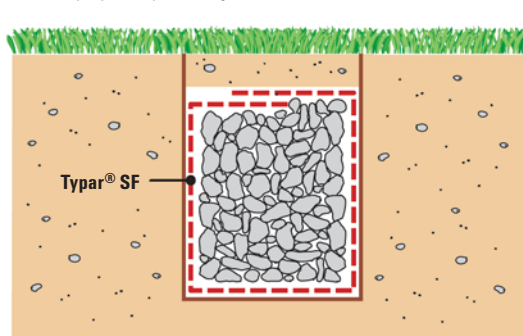
Při použití Typar®SF pro různé drenážní systémy by měly být dodrženy následující směrnice:

### 4.6.1. Rýhy

- Dno a boční strany rýhy by měly být, pokud možno, rovné – bez kaveren, kořenů apod.
- Typar®SF položte rovnoběžně a ukotvěte okraje geotextilie
- Nezatlačujte textilií do bláta – jemné částice zeminy se přilepí na povrch Typar®SF a vytvoří tak nepropustný film.
- Zасыпání drenážním kamenivem proveďte opatrně, abyste zabránili zatlačení textilie do dna rýhy.
- Nepoužívejte příliš velké kamenivo pro vyplnění drenážní rýhy. Doporučuje se zrno o maximální velikosti



Obr. 35: Zajištění Typar® SF, aby se zabránilo zatažení látky dolů a předešlo se kontaminaci drenážního kameniva



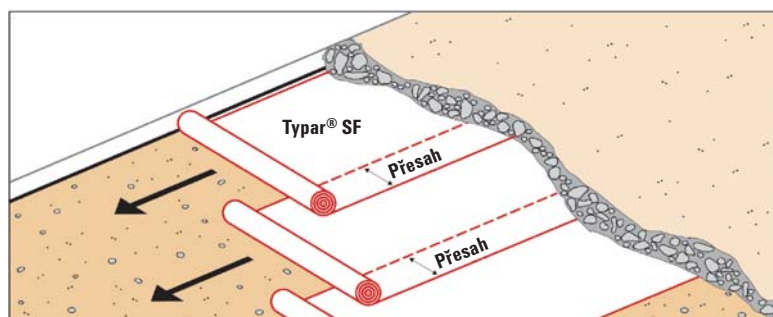
Obr. 36: Uzavření kameniva Typar® SF s přesahem minimálně 30 cm

2 cm.

- Zhutněte kamenivo a uzavřete ho Typar®SF před zасыпáním horní části rýhy.
- Velikost přesahu Typar®SF nejméně 30 cm.

### 4.6.2. Plošné drény

- Přesah minimálně 30 cm
- Nerozbalujte Typar®SF příliš v předstihu, zejména za silnějšího větru.
- Použijte kamenivo relativně malého rozměru, aby se zajistil dobrý kontakt textilie a zeminy.



Obr. 37: Použití Typar® SF pro plošné drény

1

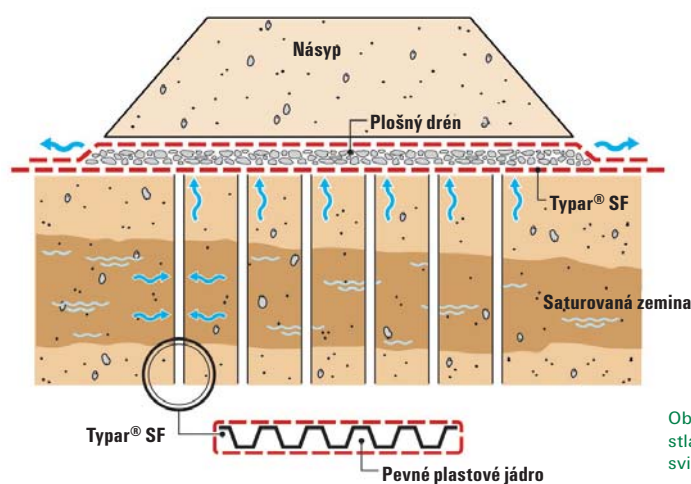
2

3

4

### 4.6.3. Svislé drény s Typar® SF

- V některých případech se k urychlení konsolidace měkkých saturovaných zemin vyžadují vertikální drény. Pro instalaci vertikálních drénů se používají speciální těžká zařízení, proto je nezbytné položit na Typar®SF vrstvu hrubého kameniva, která pak působí také jako drenážní vrstva.
- Pokud je Typar®SF vložen mezi podloží a štěrkovou vrstvu, třecí síly jej obvykle udrží na místě i při perforaci svislými drény.
- Pro další informace o prefabrikovaných vertikálních drénech kontaktujte, prosím, DuPont.



Obr. 38: Rychlý odvod vody v saturované stlačitelné zemině použitím prefabrikovaných svislých drénů

#### Literatura

<sup>1</sup>vybraná a nevhodnější kritéria pouze podle „Das Geotextilhandbuch“, SVG Schweizer Verband der Geotextilfachleute, 1999

<sup>2</sup>“Filter Criteria for Geotextiles, J.P. Giroud, Woodward-Clyde Consultants-Chicago, Il., USA, Second Int. Conference on Geotextiles, Las Vegas, 1982, p. 103

<sup>3</sup>“Ground Engineering Applications on Fin Drains for Highways, T.R. Murray and A. McGown, TRL Applications”, L.S. Willardson, R.E. Walker, Journal of the irrigation and drainage division, Dec 1976, pp 367-373  
“The soil retention and waterflow performance of some drain tube filter materials”, R.S. Broughton, C. Damand, B. English, McGill University Quebec, Canada, 3rd National Drainage Symposium, Chicago, Illinois, Dec 1976

“A laboratory tests of performance of civil engineering filter fabrics”, B.D. Simons, Yung Hai Chen, S.M. Morrison, P.M. Demery, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1979

“Model tests on drainage materials, F.C. Zuiema, J. Scholten, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Smedinghuis, Lelystad, 1977

“Comparison of seven filter cloth materials as a wrap for underdrains”, Department of State Highways and Transportation, Michigan, 1977

<sup>4</sup>“Seepage, drainage and flow nets”, H.R. Cedergren Wiley & Sons Inc, 1967, John





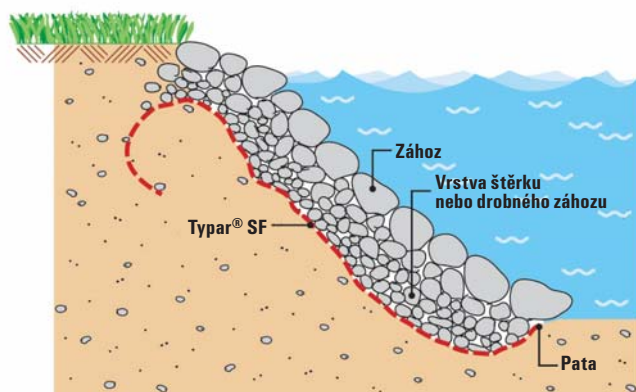
## PROTIEROZNÍ OCHRANA

<b>5. 1. Úvod</b>	<b>40</b>
<b>5. 2. Funkce</b>	<b>40</b>
<b>5. 3. Výběr správného typu Typar<sup>®</sup> SF</b>	<b>41</b>
5.3.1. Filtrační kritéria	41
5.3.2. Energetická kritéria	41
<b>5. 4. Směrnice pro instalaci:     Systémy protierozní ochrany s Typar<sup>®</sup> SF</b>	<b>42</b>

## 5. PROTIEROZNÍ OCHRANA

### 5. 1. Úvod

Protierozní ochrana je definována jako: "Použití geotextilie nebo obdobného výrobku k zabránění pohybu zeminy nebo jiných částic po povrchu, například svahu".<sup>33</sup>



Obr. 39: Typar® SF při použití jako protierozní ochrana

Erozní proces je část geologického cyklu, přírodní činitel, kdy zejména voda a vzduch působí jako agresivní faktory eroze zemin. Geotextilie se používá jako součást protierozního systému ochrany zemin (svahy mořských břehů, říční břehy, ochrana dna) proti tomuto vlivu. Vliv eroze může být devastující (např. sesuvy) v závislosti na síle vody (rychlost toku, aktivita vln, přílivové rázy) a charakteristice zemin.

### 5. 2. Funkce

Hlavní funkcí geotextilie v protierozních ochranných systémech je udržení základního materiálu bez vzniku nepříjemného nárůstu pórového tlaku vody. Geotextilie nahrazuje konvenční vícevrstvý filtr mezi zeminou, kterou je třeba zadržet a gabiony, záhozem nebo betonovými obkladovými deskami, které chrání filtrační geotextilii. Vhodný rozměr otevřené velikosti pórů geotextilie zadržuje zeminu a zabraňuje erozi svahu. Geotextilie musí dále splňovat pevnostní požadavky.

Typar® SF je ideálním filtrem pro protierozní ochranu a používá se jako náhrada vícevrstvého filtru z kameniva protože

- Je pevný, homogenní, jeho soudržná struktura absorbuje a rozptyluje frontální vodní síly efektivněji a zabraňuje tak rozpadu zeminy.
- Jeho propustnost umožňuje odvod vody, zatímco částice zeminy jsou zadrženy a je tak dlouhodobě eliminován vzrůst hydrostatického tlaku.
- Jeho struktura je příznivější kvalitou a stejnorodostí ve srovnání s kamenivem
- Efektivněji zabraňuje podemílání staveb tím, že je ochraňuje před sufozí a vymílání zeminy v jejich okolí

## 5.3. Výběr správného typu Typar® SF

Při navrhování drenážního systému musí projektant brát v úvahu důležité prvky, jako jsou reliéf terénu, úroveň hladiny vody, složení zeminy a vlastnosti drénu a filtru, který bude použit. Při výběru geotextilního filtru musí vzít v úvahu obě kritéria, jak filtraci, tak absorpci energie.

### 5.3.1. Filtrační kritéria

Geotextilie použitá v systému protierožní ochrany musí splnit filtrační kritéria v podmínkách dynamického toku (zpětný tok), tj. v podmínkách splňujících požadavky na propustnost, maximální světlost pórů geotextilie ( $O_{90}$ ) musí být co možná nejmenší. Například pro hrubé zeminy ( $D_{40} \geq 0,006 \text{ mm}^{35}$ ), musí být sledováno:

$$O_{90} \leq D_{60}$$
$$\text{and } O_{90} \leq 1.5 * D_{10} * \sqrt{C_u}$$

Z hlediska propustnosti se musí zvážit následující hlediska:

- **Podmínky styku mezi podložím a Typar®SF:** Při použití jako protierožní ochrany se geotextilie nemá pevně spojovat s podložím, aby nedocházelo k vydutí geotextilie vlivem zpětného proudění vody, které způsobuje ztekucování podloží pod geotextilií a dekompozici vrstvy přírodního filtru pod geotextilií. Nicméně, při použití drobného štěrku, jehož zrna nepřekračují 50 – 100 mm, lze dosáhnout dobrého kontaktu geotextilie a podloží zeminy.

- **Vliv svrchní vrstvy na propustnost:** Propustnost Typar®SF se musí přizpůsobit propustnosti podloží. Přesto může dojít k situaci, kdy je nezbytné přizpůsobit ji propustnosti svrchní vrstvy. Například, jestliže se použijí betonové bloky přímo na Typar®SF a mezi geotextilií a bloky je minimální prostor, propustnost Typar®SF zůstává stejná ale nemůže se uplatnit po celém povrchu. Voda z podloží musí být nejprve nasměrována k mezerám mezi bloky. Účinná propustná plocha je menší. K zajištění dodatečné ochrany proti poškození geotextilie při instalaci, pokládá se mezi geotextilií a betonové bloky vrstva štěrku nebo písku. Navíc je takto geotextilie chráněna proti UV záření.

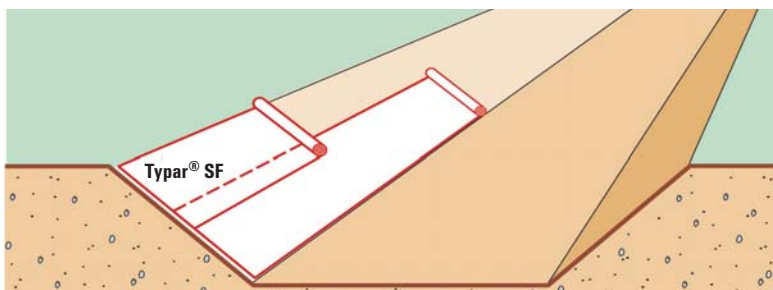
### 5.3.2. Energetická kritéria

Během výstavby protierožního ochranného systému mohou být na geotextilii navezeny kameny. V tomto případě se vyžaduje použití typu Typar®SF s vysokou absorpcí energie - např. typy s energetickou úrovní 3 (viz obr. 22 a tabulka 6).

Jestliže dochází k místním deformacím podloží, ačkoliv sousední část zůstává beze změn, mohou se v geotextilii projevit velké místní tahové deformace. Tyto místní deformace mohou vznikat dvěma mechanismy – nestejným sedáním a transportem materiálu zpod Typar®SF. Rozdílné sedání může být způsobeno proměnlivou únosností podloží, změnami v povrchovém zatížení, měknutím a plastickými deformacemi podloží. Vysoký počáteční modul může stabilizovat podloží zeminy a redukovat jejich nestejně sedání. Pohyb materiálu zpod geotextilie může být způsoben výkopy podél hranice geotextilie nebo poškozením ve formě opotřebení nebo roztržení. Geotextilie s vysokou absorpcí energie je optimálně vhodná proto, aby odolala tak drsným podmínkám instalace a minimalizovala potenciální poškození.

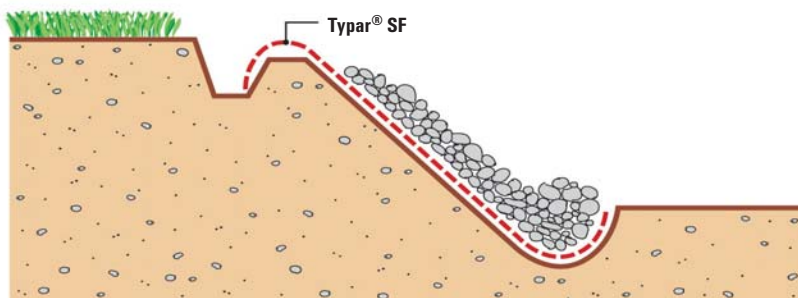
## 5. 4. Směrnice pro instalaci: Systémy protierozní ochrany s Typar® SF

- Pokud je možné, upravte a zhutněte svah
- Jestliže je šířka svahu menší než 8 m, rozbalte Typar®SF nejprve podél spodní poloviny svahu a pak položte Typar®SF na horní polovinu svahu s přesahem 0,5 – 1,0 m.



Obr. 40: Typar® SF rozbalená nejprve podél spodní poloviny svahu a pak na horní polovinu

- Jestliže je svah vysoký přes 8 m, polož Typar®SF v plné šíři od hrany svahu k jeho patě. Přesah ve směru toku vody
- Vykopejte rýhu pro zakotvení Typar®SF na horní hraně a u paty svahu. Pata je základem pro stavbu a měla by být důkladně zajištěna proti podemílání (viz obr. 41)
- Při ukládání záhozu nebo gabionů začněte u paty a pokračujte po svahu nahoru, abyste zabránili sesutí svahu. Zához instalujte na Typar®SF jemně, bez pádu z velké výšky.
- Pro zajištění dobrého kontaktu geotextilie - zemina položte na Typar®SF nejprve vrstvu podkladního materiálu (štěrk). Tato vrstva ochrání proti proražení těžkým záhozem.
- Ukotvěte látku do rýhy na horním okraji svahu zeminou a vegetací. Tato metoda hlubokého ukotvení zabrání, aby se pod textilií dostávalo velké množství povrchové vody a nadzvedávalo ji.



Obr. 41: Ukotvení Typar® SF na horním okraji svahu

1

2

3

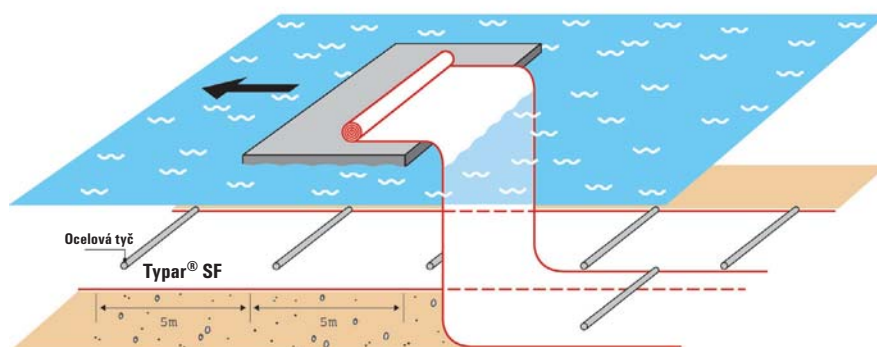
4

5

### Použití pod hladinou vody

Při instalaci geotextilie pod vodní hladinou plave Typar®SF na vodě, protože hustota polypropylenu je menší než vody (0,91). Pro udržení geotextilie na místě je třeba položit na geotextilii písek nebo štěrk bezprostředně za pokládacím strojem.

Pro rychlou a bezproblémovou instalaci položte každých 5 m ocelové tyče (např. běžné 6 mm tyče betonářské výztuže). Tyto tyče udrží textilii v rovině, což umožní provádět pravidelný přesah jednotlivých rolí (nejsou třeba potápěči; menší přesahy = uspoření nákladů)



Obr. 42: Položené ocelové tyče na Typar® SF udrží tkaninu rovnou a umožní instalaci pod vodou

1

2

3

4

5



## NÁVRHY NA POUŽITÍ

<b>Regulace kapilární vzlínivosti salinních vod</b>	<b>46</b>
<b>Střešní zahrady</b>	<b>46</b>
<b>Vegetační závlaha podél komunikací</b>	<b>47</b>
<b>Cesty s betonovými deskami nebo kamennou dlažbou</b>	<b>47</b>
<b>Drenáž základových zdí</b>	<b>47</b>
<b>Drenáž základů budov</b>	<b>47</b>
<b>Přerušení kapilárního vzlínání do zdí staveb</b>	<b>48</b>
<b>Individuální domovní kanalizace</b>	<b>48</b>
<b>Potrubí na měkkých zeminách</b>	<b>48</b>
<b>Umělé pláže na jezerech</b>	<b>49</b>
<b>Ochranné krycí vrstvy</b>	<b>49</b>
<b>Železnice, nové tratě a obnova tratí</b>	<b>49</b>
<b>Zemědělské a trubní drény</b>	<b>50</b>
<b>Vlnolamy a přístavní hráze na měkkém mořském dně</b>	<b>50</b>
<b>Rekultivace krajiny s plaveným zásypem</b>	<b>50</b>

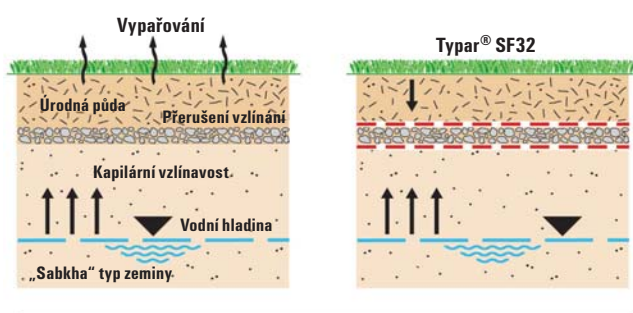
## 6. NÁVRHY NA POUŽITÍ

Kromě běžného použití na komunikacích, drenážích a protierozní ochraně, mají geotextilie široké využití v mnoha dalších aplikacích, jako např.:

- Střešní systémy
- Tvorba krajiny
- Zakládání staveb
- Pěší cesty atd

Následují některá speciální použití.

### Regulace kapilární vztlínivosti salinních vod



- V aridních půdách způsobuje intenzivní evaporace kapilární vztlínání slané spodní vody do úrodné půdy, což poškozuje vegetaci

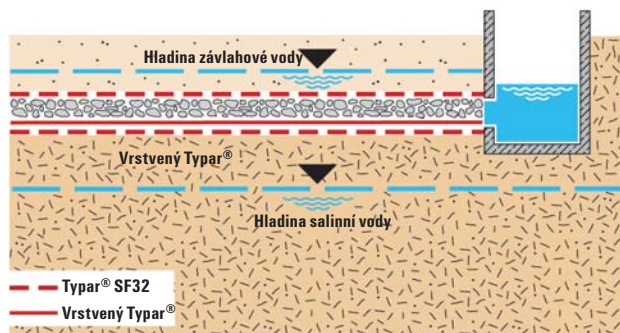
- Nově instalovaný hrubozrnný filtr přeruší kapilární vztlínivost a zabraňuje vztlínání soli. Nicméně vymývání úrodné půdy může způsobit zanesení zrnitého materiálu a opětovně obnovit kapilární proces

- Filtr z Typar® SF zabrání vyplavování zeminy

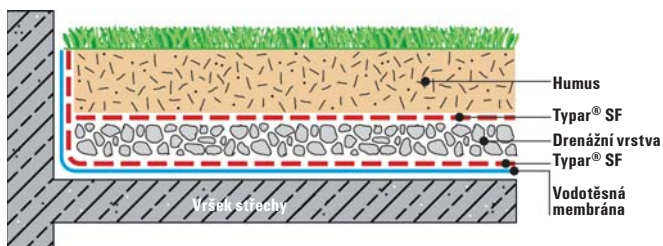
- Účinná separace pomocí Typar®SF umožní použít tenčí vrstvy zabraňující vztlínání

- Instalací nepropustné vrstvené fólie Typar® na dno vrstvy přerušující kapilaritu dojde k zadržení závlahové vody, což umožní závlahové vodě zásobování přes zrnitou vrstvu – tím se sníží evaporační ztráty a podpoří se růst kořenů

- Tento systém lze rovněž použít v běžných podmínkách, zrnitá vrstva funguje jako drenážní nebo závlahová



### Střešní zahrady

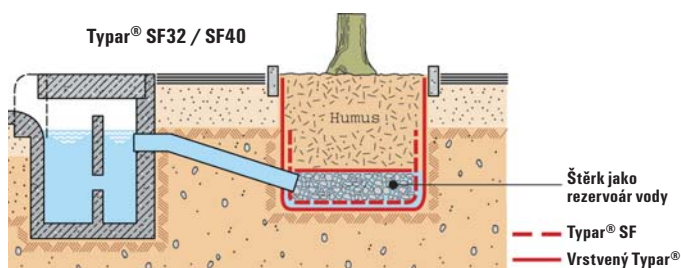


- Horní vrstva Typar® SF zabraňuje vyplavení humusu do drenážní vrstvy

- Spodní vrstva Typar® SF chrání vodotěsnou membránu proti proražení a funguje jako kořenová bariéra.

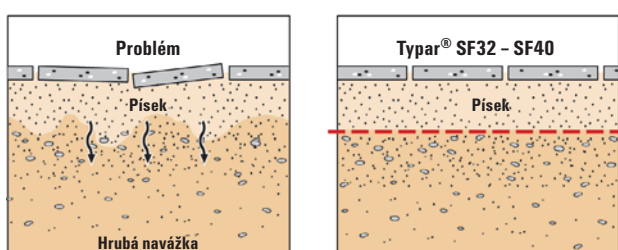


## Vegetační závlaha podél komunikací



- Přebytečná dešťová voda může být použita jako závlaha vegetace
- Je-li místní zemina příliš porézní, lze použít vrstvený Typar®SF, aby se zabránilo rychlému vsakování vody
- Typar®SF zabraňuje vyplavování humusu

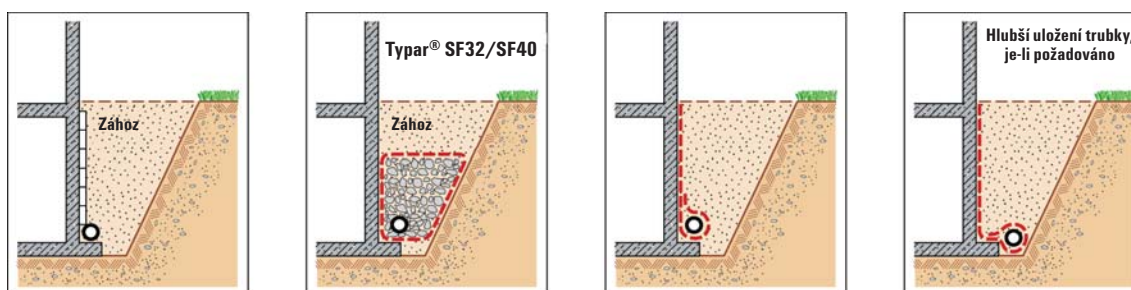
## Cesty s betonovými deskami nebo kamennou dlažbou



- Typar®SF zabraňuje vplachování písku použitého pro uložení dlažby nebo betonových desek
- Typar®SF minimalizuje pokles desek

## Drenáž základových zdí

Drenážní systémy s Typar®SF se instalují snadno a rychle. Typar®SF zabraňuje zanášení drenážních trubek a udržuje dostatečný výkon odvodnění.

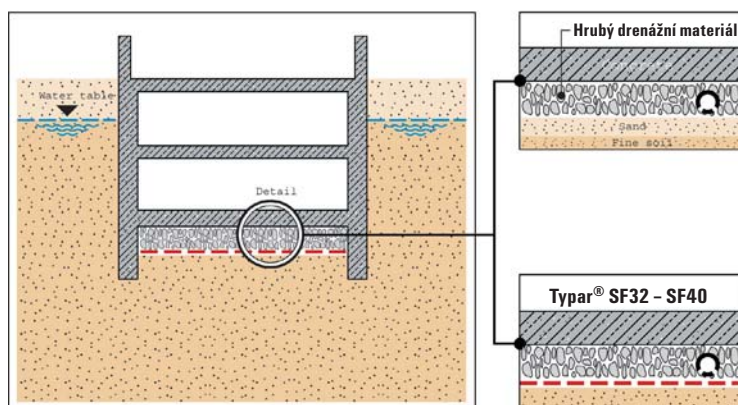


Běžný

S Typar®SF a štěrkem

S Typar®SF upevněným na drenážní materiál (kompozitní drenáž) vlnitý plastový/styrofoamový drenážní pás atp.

## Drenáž základů budov



### Konvenční řešení

- Vrstvený zrnitý filtr
- Riziko zanášení drenáže
- Obtížná a neregulární instalace v mokru s rizikem kontaminace filtru

### Řešení s Typar® SF

- Snadná instalace
- Zabránění kontaminace drenážní vrstvy
- Kamenivo odstupňované zrnitosti

1

2

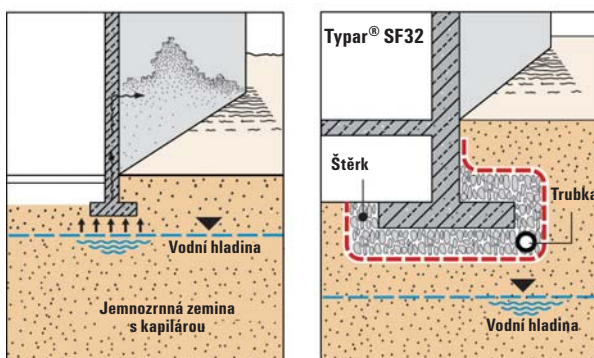
3

4

5

6

## Přerušení kapilárního vztlínání do zdí staveb

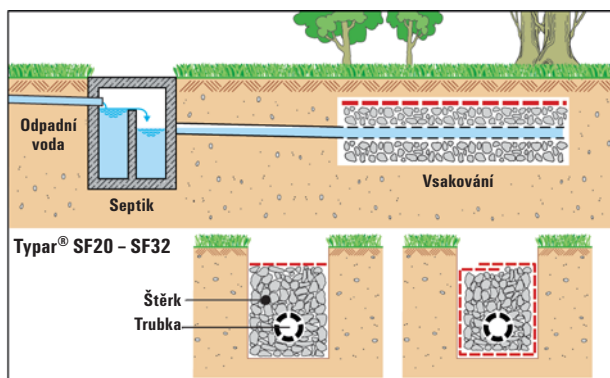


- Vysoká úroveň hladiny podzemní vody může u jemnozrných zemin způsobit efekt kapilárního vztlínání do zdí budov, což má za následek vlhnutí zdí a degradaci obložení

- Vrstva hrubého štěrku kapilaritu přeruší

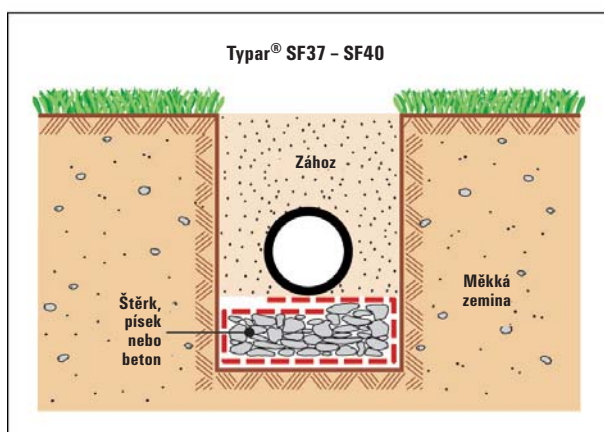
- Typar® SF zabraňuje kontaminaci kapilární zábrany jemnozrnou zeminou

## Individuální domovní kanalizace



- Typar® SF zabraňuje kontaminaci štěrku navážkou nebo okolní zeminou – umožňuje tak účinnou biologickou přeměnu díky dostatečnému provzdušnění štěrkové vrstvy

## Potrubí na měkkých zeminách



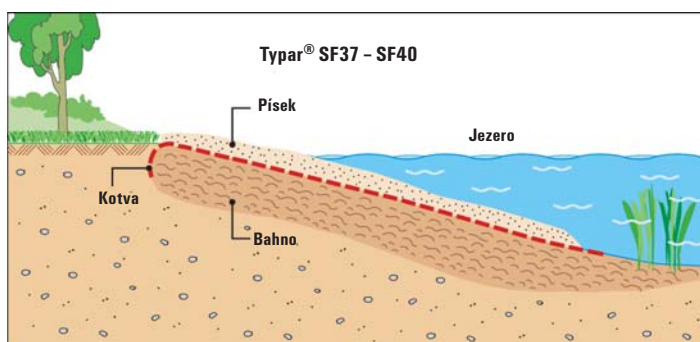
- Typar® SF umožňuje čistou instalaci podložního materiálu pod potrubí

- Lze dosáhnout lepšího zhutnění

- Typar® SF minimalizuje rozdíly v sedání

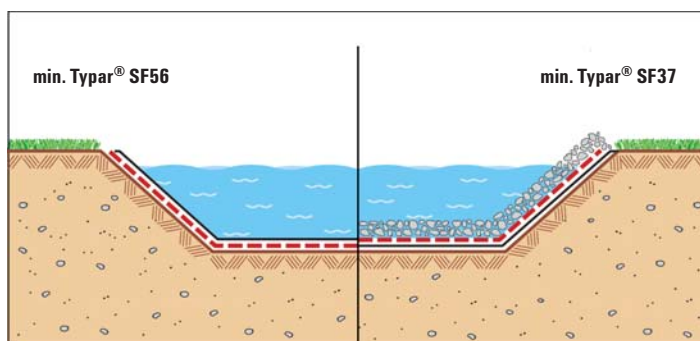
1  
2  
3  
4  
5  
6

## Umělé pláže na jezerech



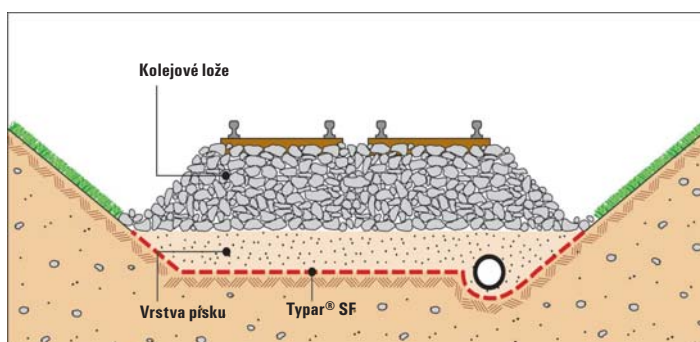
- Typar® SF zabraňuje pronikat písku do bahnitého jezerního břehu
- Typar® SF se dobře instaluje
- V severských zemích lze Typar® SF a písek položit na zmrzlý povrch jezera; když led roztaje, uloží se vrstvy na dno jezera
- Typar® SF zabraňuje růstu rákosu

## Ochranná krycí vrstva



- Typar® SF mezi krycí vrstvou a podkladní zeminou >SF56 (min)
- Typar® SF mezi krycími vrstvami a ochrannou vrstvou písku > SF 37
- Typar® SF zajišťuje ochranu před proražením

## Železnice, nové tratě a obnova tratí



- Typar® SF zamezuje kontaminaci kolejového lože nasávacím efektem vlivem dynamického zatížení
- To umožňuje lepší hutnění a úsporu kameniva
- Typar® SF zadržuje částice zeminy bez ucpávání
- To zajišťuje delší životnost

1

2

3

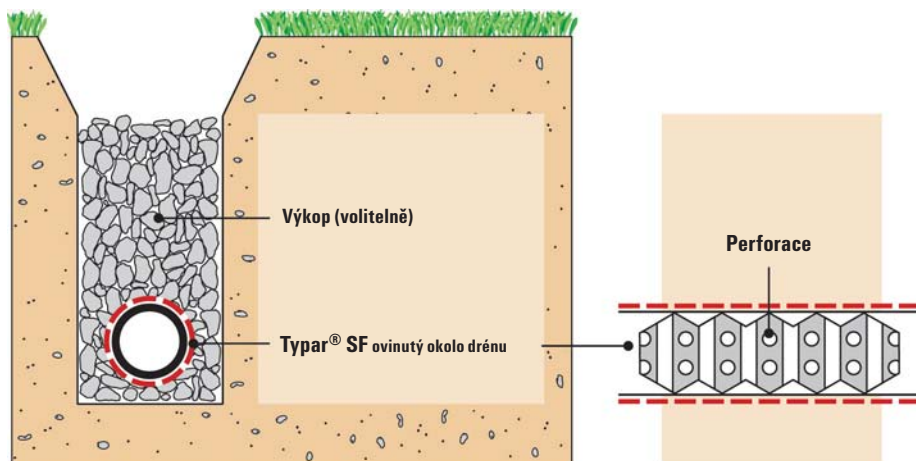
4

5

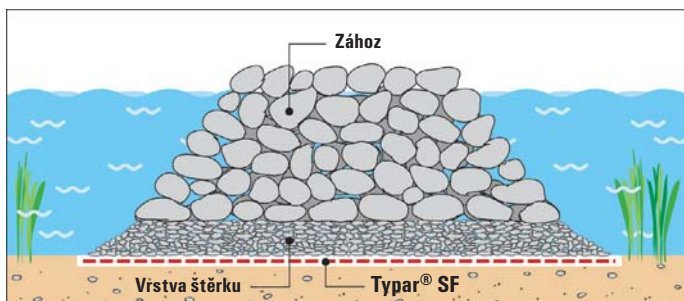
6

## Zemědělské a trubní drény

- Korugované trubky ovinuté Typar® SF lze ukládat do podloží s nebo bez výkopu rýhy
- Drenážní povrch korugované trubky vzrůstá až 90krát
- Zóna ovlivnění ovinutým drémem je vyšší
- Světlost drénu může být větší
- Pevnost Typar® SF zabraňuje tkanině, aby se vtláčila do korugací trubky

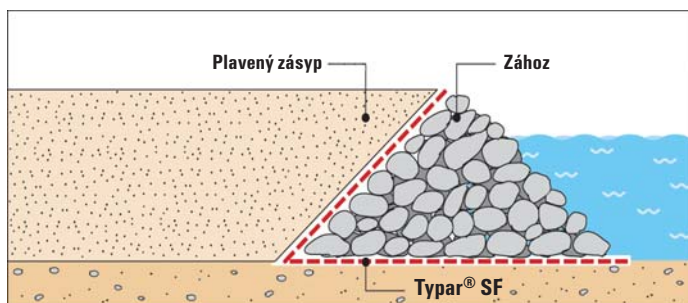


## Vlnolamy a přístavní hráze na měkkém mořském dně



- Separáční vrstva Typar® SF zabraňuje záhozu v zatlačení do měkké zeminy
- Typar® SF musí být chráněn vrstvou kamenů menšího rozměru

## Rekultivace půdy s plaveným zásypem



- Separáční a filtrační vrstva z Typar® SF zamezuje sufozi plaveného zásypu
- Typar® SF nahrazuje použití drahé a obtížně instalovatelné filtrační vrstvy

## PŘÍLOHY

<b>7. 1. Normové zkušební metody</b>	<b>52</b>
7.1.1. Popisné vlastnosti	52
7.1.2. Mechanické vlastnosti	52
7.1.3. Hydraulické vlastnosti	53
<b>7. 2. Hydraulické charakteristiky</b>	<b>54</b>
<b>7. 3. Metody určení křivky velikosti pórů</b>	<b>54</b>
7.3.1. Suché prosívání (ASTM D 4751)	54
7.3.2. Mokrý prosívání (EN 12596)	54
<b>7. 4. Absorpce energie</b>	<b>54</b>
<b>7. 5. Srovnání vlastností</b>	<b>55</b>
<b>7. 6. Suroviny</b>	<b>55</b>
<b>7. 7. UV a chemická odolnost</b>	<b>56</b>
<b>7. 8. Tepelná odolnost</b>	<b>58</b>
7.8.1. Nízké teploty	58
7.8.2. Vysoké teploty	58
<b>7. 9. Metody spojování</b>	<b>58</b>
7.9.1. Sešívání	58
7.9.2. Přesah	59
<b>7. 10. Užitečné údaje</b>	<b>60</b>
<b>7. 11. Specifikační text</b>	<b>64</b>
Geotextilie používané k separaci materiálů při zemních pracích	64

## 7. PŘÍLOHY

### 7. 1. Normové zkušební metody

V době, kdy byly textilním průmyslem geotextilie vyvinuty, se jejich vlastnosti posuzovaly zkouškami pro textil. Brzo však bylo zřejmé, že tyto testy nemají vztah ke skutečnému chování geotextilie, zejména pokud je v kontaktu se zemínou.

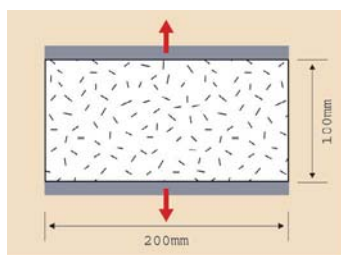
Instituce v různých zemích vyvíjely nová testovací zařízení a zkušební metody, které odpovídají konečnému využití geotextilií. To však vedlo k mnohem obtížnějšímu srovnávání různých výrobků z různých států. Společný základ zkoušení již několik let zajišťují Evropské normy (viz 7.1.1 – 7.1.3), které jsou akceptovány nejen v Evropské unii, ale po celé Evropě, a které byly přijaty ISO (International Standard Organisation).

#### 7.1.1. Popisné vlastnosti

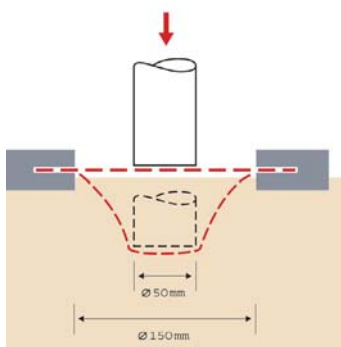
**Hmotnost jednotky plochy EN ISO 965 (Mass per Unit Area)** – Hmotnost je určena vážením malých vzorků známého rozměru, které se odeberou z celé šířky a délky vzorku

**Tloušťka při určených tlacích EN 964-1 (Thickness at specified pressures)** – Tloušťka geotextilie se zjišťuje při tlaku od 2 kPa do 200 kPa, což simuluje běžné podmínky při používání geotextilie.

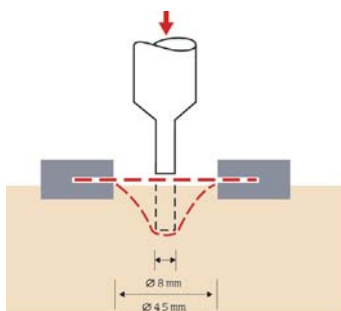
#### 7.1.2. Mechanické vlastnosti



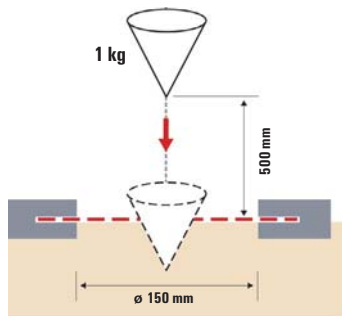
**Zkouška pevnosti v tahu EN ISO 10319 (Wide-width tensile test)** – tato zkouška se provádí u všech druhů geotextilií a geomříží na vzorku šířky 200 mm a délky 100 mm. Na vzorek se působí podélnou silou až do roztržení při maximální tahové síle, měří se protažení a absorpce energie. Hlavním rozdílem mezi touto metodou a jinými metodami jako je DIN 53857, ASTM D1682 atd. je šířka vzorku nebo rychlost zatěžování



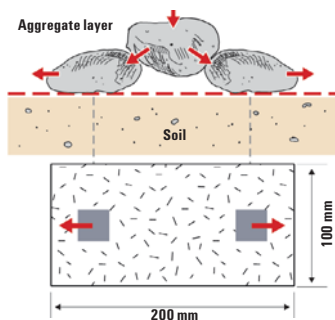
**Statická zkouška průrazem (CBR) EN ISO 12236 (Static puncture test)** – Ocelový hrot (průměr 50 mm) je tlačěn konstantní rychlostí na střed vzorku, který je upnut mezi dva ocelové kruhy. Měří se maximální síla při proražení a protažení při maximální síle



**Odolnost proti proražení (US Rod) ASTM D4833 (Puncture resistance)** – Tato zkouška je obdobná statické zkoušce průrazem (CBR), ale používá se jiný hrot ( $\varnothing$  8 mm) a vzorek je menší. Koerner doporučuje zkoušku CBR, která dává vyrovnanější výsledky<sup>1</sup>

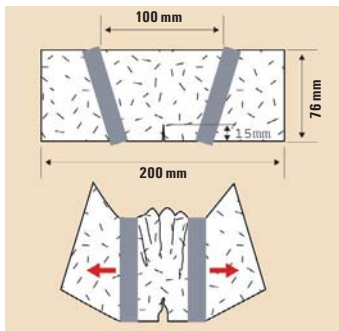


**Zkouška dynamické perforace (Zkouška padajícím kuželem) EN 918** (Dynamic perforation test -Cone drop test) - Ocelový kužel padá z výšky 50 50 cm na střed upevněného vzorku geotextilie. Stupeň penetrace se měří podle průměru otvoru



**Trhací zkouška ASTM D4632 (Grab Strength)** – Postupně narůstající zatížení působí na vzorek podélně a zkouška se provádí až do roztržení. Měří se hodnota maximální trhací síly a protažení zkušebního vzorku

Tento test simuluje namáhání geotextilie jak tahovým napětím, tak tlakem na povrch – např. působení jednotlivých kamenů zásypu, které se posunují do stran.



**Trhací zkouška s nastřížením ASTM D 4533 (Trap Tear Strength)** – předem nastřížený vzorek se namáhá tahovou silou až dojde k prodloužení nebo rozšíření nástřihu

**Mullenova zkouška pevnosti v trhu ASTM D3786 (Mullen burst test)** – K deformaci geotextilie do tvaru polokoule o průměru 30 mm až do prasknutí se použije nafukovací gumová membrána. S ohledem na malý rozměr vzorku a velké rozmanitosti postupů jsou výsledky zkoušky velmi variabilní.

### 7.1.3. Hydraulické charakteristiky

**Charakteristické číslo světlosti EN ISO 12956 (Characteristic opening size)** – Zrnitý materiál s přesně stanovenou křivkou zrnitosti se proplachuje přes jednu vrstvu vzorku geotextilie použité jako síto. Charakteristické číslo světlosti odpovídá určenému rozměru (např.  $D_{90}$ ) propadlého materiálu.

**Průtoková rychlost BS 6906-3 (Flowrate)** – Měří se průtok vody jednou vrstvou geotextilie kolmo k rovině textilie za specifických podmínek [ $l/(s \times m^2)$ ]

**Propustnost (Index rychlosti) EN 11058 (Water permeability, Velocity Index)** – Metoda s konstantním hydrostatickým tlakem: Jedna vrstva vzorku geotextilie je vystavena jednosměrnému toku vody kolmo na její plochu, při různých konstantních výškách hladiny vody. Metoda s proměnlivým tlakem vody: Jako metoda s konstantním tlakem, ale s hladinou o proměnlivé výšce. Výsledkem je rychlostní index ( $V_{IH50}$ ) v  $m/s$  odpovídající 50 mm ztrátě výšky vody na vzorku vyjádřené k bližší hodnotě  $1 \text{ mm}^{-1}$ .

**Propustnost pod zatížením DIN 60500-4 (Permeability under load)** – Propustnost kolmá na plochu se měří při konstantním tlaku vody a rozdílném zatížení. Toto je zvláště zajímavé při srovnávání geotextilií různé tloušťky.

## 7. 2. Hydraulické charakteristiky

- Propustnost  $k$  [m/s] popisuje průtok vody kolmo na plochu a měří se propustoměrem s demineralizovanou a odvdušněnou vodou. Měření průtočného množství „ $Q$ “ a hydraulického spádu (gradientu „ $i$ “ umožňuje stanovit koeficient propustnosti  $K_n = Q/i$  pro ustálené laminární proudění. Hydraulický spád (gradient) „ $i$ “ je stanoven jako rozdíl výšek  $dH$  dělený tloušťkou geotextilie  $t_g$ :  $i = dH/t_g$ . Tloušťka geotextilie má výrazný vliv na propustnost, což způsobuje obtíže při srovnávání různých výrobků s rozdílnou tloušťkou, např. silnějších netkaných geotextilií, které jsou snadněji stlačitelné. Propustnost geotextilie by měla být vyšší než je propustnost zeminy, aby nedocházelo ke snížení průtoku vody.

- Transmisivita (průtočnost)  $\Theta = k \cdot t_g$  [m<sup>2</sup>/s] popisuje propustnost v ploše neboli odvodňovací kapacitu geosyntetika. Transmisivita je ovlivněna řadou předvídatelných činitelů, jako je možné ucpávání a tlak zeminy. Ačkoliv lze v laboratoři simulovat tlak zeminy (speciální desky pod tlakem), nelze stanovit možné ucpávání a zanášení, proto lze výsledky použít pro geosyntetika kombinující drenážní jádro a odpovídající filtr.

Transmisivitu „silných“ geotextilií měřenou v laboratoři nelze použít k určení odvodňovací kapacity na stavbě.

- Permisivita  $\Psi = K_n / t_g$  [s<sup>-1</sup>] je poměr  $K_n$ , látky dělený tloušťkou látky  $t_g$ . Tato veličina umožňuje srovnávat geotextilie různých tloušťek.

## 7. 3. Metody určení křivky velikosti pórů

### 7.3.1. Suché prosívání (ASTM D 4751)

Vzorek geotextilie se upevní do rámu síta a na povrch geotextilie se vloží tříděné skleněné korálky. Vibracemi geotextilie v rámu se korálky prosívají skrz testovaný vzorek. Proces se opakuje se stejným vzorkem při různém zrnitostním složení skleněných korálků až do stanovení čísla světlosti  $O_{95}$  podle křivky zrnitosti částic.

### 7.3.2. Mokré prosívání (EN 12596)

Stejný postup jako u suchého prosívání, ale s přidáním rozstříkované vody na speciální zrnitý materiál, který se prosívá přes geotextilii.  $O_{95wet}$  je charakteristickým číslem světlosti geotextilie určeného z křivky zrnitosti částic.

## 7. 4. Absorpce energie

- Definice

„Absorpce energie,  $W$ “ – Práce vykonaná k protažení vzorku určená jako integrál křivky zatížení-deformace (ke zvolenému bodu) a vyjádřená v kJ/m<sup>2</sup>.

- Absorpci energie,  $W$ , vyjádřenou v kilojoulech na metr, přímo vypočítáte z údajů získaných z přístroje na tahové zkoušky s použitím následující rovnice:

$$W = \int_0^{\epsilon} F(x) dx \cdot c \cdot d \quad [\text{kJ/m}^2]$$

Kde

$F(x)$  je zaznamenaná funkce křivky zatížení-deformace

$C$  se získá z rovnice (1) nebo (2) podle použití:

(1) Pro netkané, hustě tkané látky nebo podobné materiály,

$$C = 1/\beta$$

Kde  $\beta$  je nominální tloušťka vzorku, v metrech

(2) Pro hrubě tkané geotextilie, geosítě, geomříže nebo podobné materiály s otevřenou strukturou

$$C = N_m / N_s$$

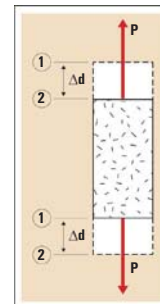
Kde

$N_m$  je minimální počet tahových prvků na 1 m šířky zkoušeného výrobku

$N_s$  je počet tahových prvků ve zkoušeném vzorku

$$d = 1/H$$

kde  $H$  je nominální výška vzorku, v metrech



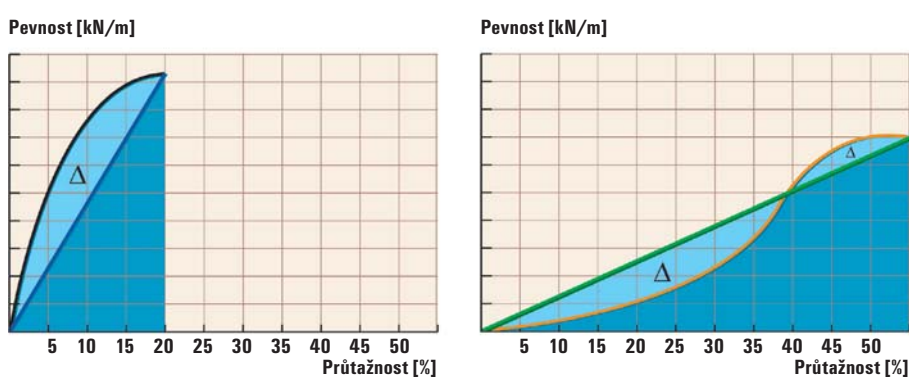


## 7. 5. Srovnání vlastností

Po technicích se často požaduje, aby srovnávali vlastnosti různých druhů geotextilií. Vlastnosti jsou často určeny podle rozdílných norem, nebo jsou výrobky značně odlišné (jako tkané a netkané materiály), což ztěžuje jejich srovnávání. Vhodnou a snadnou metodou srovnání je porovnávat energetickou absorpci stanovenou metodou doporučenou Swiss Geotextile Committee. To představuje reálné srovnání, protože absorpce energie je kombinací vlastností. Geotextilie s vysokou tahovou pevností ale nízkou průtažností mohou mít stejnou energii jako jiné s nízkou tahovou pevností a vysokou průtažností. Takže, když se srovnává tahová pevnost a průtažnost samostatně, nemusí být výrobky rovnocenné.

Srovnání odolnosti při instalaci a namáhání při výstavbě. Jak jsme ukázali v druhé kapitole, odolnost geotextilie proti poškození se primárně dosahuje kombinací vysoké pevnosti v tahu a vysoké průtažnosti při roztržení (absorpce energie).

V několika zemích se používá teoretická absorpce energie ( $W_{\text{index}} = 0.5 \cdot T \cdot \Sigma$ ), což představuje zjednodušení. Skutečný energetický absorpční potenciál  $W$  je přesnější a měl by být používán veličinou, protože bere v úvahu charakteristiky křivky zatížení-deformace (např. počáteční modul).



Obr. 43: Rozdíly mezi skutečnou a teoretickým potenciálem energetické absorpce prezentovaný na křivkách zatížení-deformace dvou různých geotextilií

## 7. 6. Suroviny

Při výrobě geotextilií se používá celá řada různých polymerů, nejběžnější jsou polypropylen a polyester. Každý polymer má své výhody a nevýhody. Typické hustoty a bod tavení jsou uvedeny v následující tabulce.

	PP	PET	PA	HDPE
Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	0.91	1.38	1.12	0.95
Teplota tavení [°C]	165	260	220 - 250	130

- Polypropylen (PP) je termoplastický polymer s dlouhými řetězci, který má vysokou tuhost, dobré tahové vlastnosti a odolnost proti kyselinám a alkáliím.
- Polyamid (PA) je termoplast, který má vysokou pevnost, vysokou odolnost proti opotřebení a oděru a dobrou chemickou odolnost.
- Polyetylén (PE) se používá ve své vysokohustotní formě HDPE, je termoplast s vysokou pevností a tuhostí a dobrou odolností vůči chemikáliím.
- Polyester (PET) je termoplast s vysokou pevností, nízkou tahovou deformací a dobrou chemickou odolností proti většině kyselin a mnoha rozpouštědům. Přesto je třeba zvážit jeho použití ve vysoce zásaditém prostředí s pH > 10, zejména v přítomnosti vápna, cementu nebo betonu.

## 7. 7. UV a chemická odolnost

Při výrobě Typar®SF se k polypropylenu přidávají stabilizátory, aby se dosáhlo zvýšení jeho trvanlivosti. Lze jej ponechat až několik týdnů na přímém slunečním záření, ale prodloužená expozice, zejména v tropickém slunci, může způsobit ztrátu pevnosti. Obecně má být geotextilie zakryta bezprostředně po položení, aby se zabránilo UV degradaci, nadzdvihování větrem nebo mechanickému poškození.

Typar®SF není ovlivňován přirozenými kyselinami a alkáliemi, stejně jako

- Kyselinou mléčnou (pH 2,4) 15 dní při 50°C,
- Uhlíčitan sodný, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH 11,6) 15 dní při 50°C,
- Hydroxid vápenatý Ca(OH)<sub>2</sub> (pH12,5) 10 g/l, 15 dní při 25°C.

Koncentrace chemikálií a teplota mají značný vliv na chemickou odolnost Typar®SF. Podle SN 195808/ISO 105/BO4 nedošlo k měřitelným ztrátám pevnosti.

### Chemická odolnost Typar®SF

Typar® SF je odolný proti všem kyselinám a alkáliím, které se běžně vyskytují v zemině. Tabulka uvedená níže sumarizuje odolnost Typar®SF k širšímu rozsahu chemických látek

Látka	Koncentrace %	Teplota °C	Doba, h./m.	Účinek na Typar® SF <sup>1</sup>
<b>Kyseliny</b>				
Octová	100	20°	6 m.	žádný
Chromová	10	21°	10 h.	žádný
Bromovodíková	10	21°	10 h.	žádný
Chlorovodíková	10	21°	1000 h.	žádný
Chlorovodíková	37	71°	10 h.	žádný
Dusičná	10	99°	10 h.	žádný
Dusičná	70	21°	10 h.	žádný
Dusičná	95	21°	1000 h.	podstatný
Fosforová	85	21°	10 h.	žádný
Sírová	60	99°	10 h.	žádný
Sírová	96	21°	1000 h.	žádný
Mravenčí	100	20°	6 m.	žádný
Chlorovodíková	30	60°	6 m.	žádný
Chlorovodíková	30	100°	6 m.	degradován
Sírová	98	20°	6 m.	žádný
Sírová	98	60°	6 m.	podstatný
Sírová	98	100°	6 m.	degradován
<b>Alkálie</b>				
Amoniak	30	20°	6 m.	žádný
Amoniak	58	21°	1000 h.	žádný
Hydroxid sodný	50	21°	6 m.	žádný
Hydroxid sodný	50	60°	6 m.	žádný
Chlornan sodný	20	20°	6 m.	žádný
Chlornan sodný	20	100°	6 m.	podstatný

Látka	Koncentrace %	Teplota °C	Doba, h./m.	Účinek na Typar® SF
<b>Organické látky</b>				
Aceton	100	20°	6 m.	žádný
Aceton	100	56°	6 m.	žádný
Benzen	100	21°	1000 h.	žádný
Benzen	100	20°	6 m.	mírný
Benzen	100	60°	6 m.	podstatný
Tetrachlor	100	20°	6 m.	podstatný
Cyclohexan	100	20°	6 m.	žádný
Cyclohexan	100	60°	6 m.	podstatný
Etanol	96	20°	6 m.	žádný
Etanol	96	60°	6 m.	žádný
Etanol	96	81°	6 m.	žádný
Etylénglykol	100	20°	6 m.	žádný
Etylénglykol	100	60°	6 m.	žádný
Dimetylformamid	100	93°	10 h.	žádný
Dimetylformamid	100	153°	10 h.	degradován
Dimetylsulfoxid	100	93°	10 h.	žádný
Benzín	100	20°	6 m.	podstatný
Lněný olej	100	20°	6 m.	žádný
Lněný olej	100	60°	6 m.	žádný
Metylechlorid	100	20°	6 m.	podstatný
Perchloretylén	200	93°	10 h.	podstatný
Perchloretylén	250	121°	10 h.	degradován
Technický benzín	100	93°	10 h.	žádný
Transformátorový olej	100	20°	6 m.	žádný
Transformátorový olej	100	60°	6 m.	podstatný
Trichloretylen	100	20°	6 m.	podstatný
Terpentýn	100	100°	6 m.	žádný
Metaxylén	100	93°	10 h.	žádný
Metaxylén	100	20°	6 m.	podstatný

<sup>1</sup> Změna meze pevnosti způsobená expozicí:

žádný:

– 90 % až 100 % původní pevnosti

lehký:

– 80 % až 89 % původní pevnosti

mírný:

– 60 % až 79 % původní pevnosti

podstatný:

– 20 % až 59 % původní pevnosti

degradován:

– 0 % až 19 % původní pevnosti

1

2

3

4

5

6

7

## 7. 8. Tepelná odolnost

### 7.8.1. Nízké teploty

Odolnost vůči nízkým teplotám je důležitá, je-li geotextilie použita v chladných oblastech jako je Aljaška, severní Skandinávie atd. Pevnost v tahu v extrémně chladných podmínkách narůstá při současném snížení průtažnosti o několik procent. Tento efekt je vratný při vzrůstu teploty. U Typar® SF o hustotě 200 g/m<sup>2</sup> nebyly zjištěny žádné významné změny po 4 cyklech ochlazení z 0 na -18 °C ani v suchých ani ve vlhkých podmínkách. Jelikož Typar® SF neabsorbuje vodu, role nemrzne.

### 7.8.2. Vysoké teploty

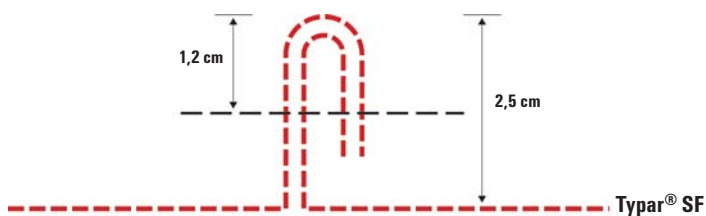
Při vysokých teplotách se pevnost v tahu sníží a průtažnost vzrůstá. Hydraulické vlastnosti jsou mírně ovlivněny. Pro více podrobností prosím kontaktujte DuPont Geosynthetics Technical Centre.

## 7. 9. Metody spojování

### 7.9.1. Sešívání

Sešívání je při použití velkých šířek Typar® SF praktickou metodou, kterou se eliminují přesahy látky a snižují náklady. Sešívání je nejspolehlivější spojovací metodou, zejména protože ji lze snadno provést na stavbě, neboť sváření i lepení vyžaduje čisté a suché pracovní místo.

Jaký má vypadat detail šití je naznačeno na obr. níže. Šicí stroj se nastaví tak, aby dělal dva stehy/cm. Více než šitý šev se používají svařovaný nebo lepený šev, které též dávají dobré výsledky s ohledem na pevnost v tahu. Pro více podrobností prosím kontaktujte DuPont Geosynthetics Technical Centre.



Obr. 44: Doporučený typ švu

1

2

3

4

5

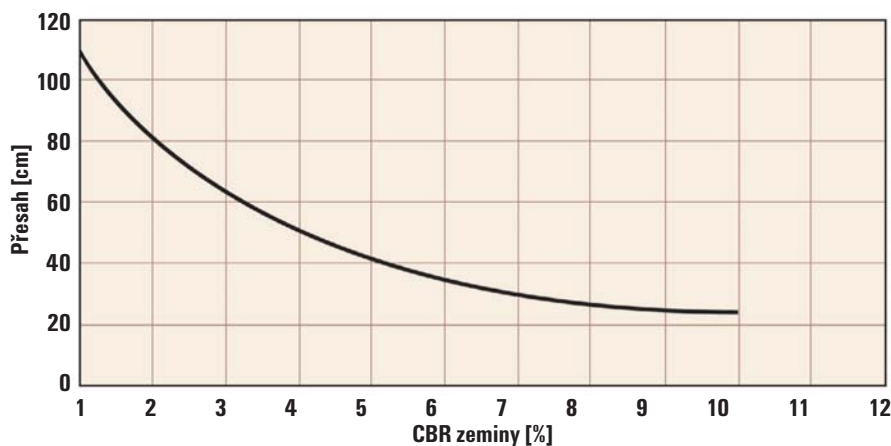
6

7

## 7.9.2. Přesah

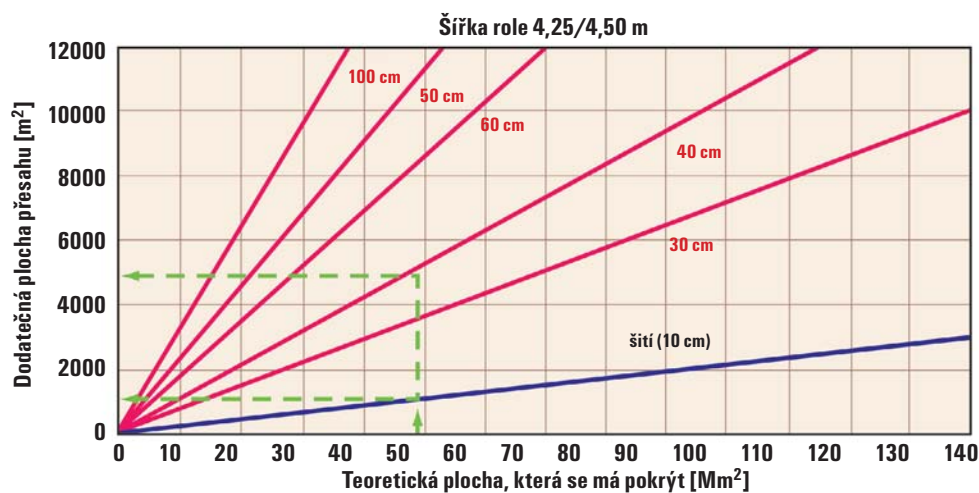
Požadované přesahy stran a konců závisí na vlastnostech zeminy (CBR), povaze projektu a na deformacích, které se mohou vyskytnout. Obecně se používají následující přesahy:

- Drenážní systémy: min. 30 cm
- Parkoviště, trvalé komunikace: 30 – 50 cm
- Protierozní systémy: 50 – 100 cm
- Dočasné komunikace: viz obr. 45



Obr. 45: Přesah Typar® SF

Následující graf ukazuje množství Typar®SF spotřebovaného na přesahy v závislosti na ploše povrchu a šířce přesahu. Z grafu jasně vyplývá velikost úspor při šití nebo sváření místo přesahů.



Obr. 46: Nezbytná plocha v závislosti na šířce přesahu

Při použití Typar®SF jako vyztužení je třeba věnovat přesahům zvláštní pozornost. Doporučujeme, aby zkušený odborník provedl příslušné výpočty, které ověří dostatečný přenos napětí.

## 7. 10. Užitečné údaje

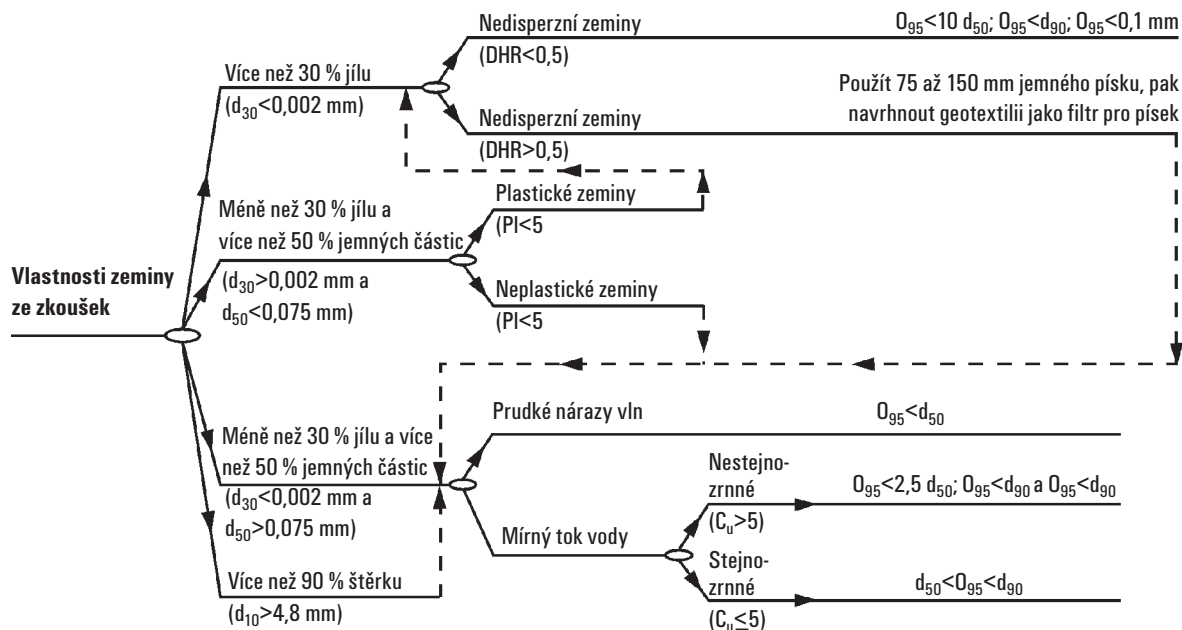
Přibližný rozsah vlastností nejběžnějších typů zemin (pro předběžný návrh)

Vlastnost zeminy	symbol	Jednotka SI	Písek			Štěrk	Štěrkopísek nestojnozrný	Ostrohraný zához bez písku	Oblé kameny (valouny)	
			kyprý	středně ulehý	ulehlý				bez písku	se štěrkem a pískem
Obj. hmotnost, suchá zem.	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17	18	19	18	20	17	17	19
Obj. hmotnost, nasyc. zem.	$\gamma_g$	kN/m <sup>3</sup>	19	20	21	20	21	-	-	20
Pórovitost	n	%	45	35	25	25-45	20-35	40-60	40-50	25-45
Koeficient propustnosti	k	cm/s	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>
Kapilární výška	$h_k$	cm	20	25	30	1-5	25	-	-	20
Hustota Proctor St.	$\gamma_p$	kN/m <sup>3</sup>	17-20			19	22	-	-	-
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	%	6-10			5	7	-	-	-
Modul pružnosti	$E_s$	MN/m <sup>2</sup>	20-50	40-100	80-150	100-200	150-250	100-200	100-150	150-250
Deformační modul	$E_{v1}$	MN/m <sup>2</sup>	15-40	30-60	50-80	70-120	100-150	70-120	60-100	100-150
Hodnota CBR	CBR	%	10-20	20-30	30-40	50	70	90-100	100	90-100
Efekt. úhel vnitřního tření	$\phi'$	°	30	32,5	35	37,5	37,5	40	35	37,5

Table 12: nesoudržné zeminy

Vlastnost zeminy	symbol	Jednotka SI	Jíl			Hlína náplavová	Hlína, slín		Prach	Organický jíl, silt	Rašelina
			tvrdý	tuhý	měkký		pevná	měkká			
Objemová hmotnost	$\gamma_g$	kN/m <sup>3</sup>	19	18	17	21	21	19	18	15	11
Pórovitost	n	%	50	60	70	30	30	40	40	60	90
Přirozená vlhkost	w	%	20	30	40	10	15	20	30	80	400
Mez tekutosti	$w_L$	%	40-100			30	20-40		15-30	70-120	-
Mez plasticity	$w_L$	%	20-30			15	10-20		10-15	20-30	-
Index plasticity	$I_p$	%	20-70			15	10-25		5-15	50-90	-
Koeficient propustnosti	k	cm/s	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-9</sup>			10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>		10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-3</sup>
Kapilární výška	$h_k$	m	5-100			1-5	1-5		1-5	1-5	-
Hustota Proctor St.	$\gamma_g$	kN/m <sup>3</sup>	14-17			18-22	17-19		17-19	14-17	-
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	%	15-30			10-15	12-20		12-20	20-25	-
Modul pružnosti	$E_s$	MN/m <sup>2</sup>	5-10	2-5	1-3	30-100	5-20	4-8	3-10	1-5	0,5-2
Modul deformace	$E_{v1}$	MN/m <sup>2</sup>	3-8	1-4	0,5-2	15-50	5-15	3-6	2-8	1-3	0-1
Hodnota CBR	CBR	%	2-5	1-3	0-2	10-20	3-10	2-5	1-5	0-2	0
Ef. úhel vnitřního tření	$\phi'$	-	20	17,5	15	15	25	22,5	25	17,5	15
Efektivní soudržnost	$c'$	MN/m <sup>2</sup>	25	20	10	25	10	0	0	10	0
Ef. smyková pevnost	$c_u$	MN/m <sup>2</sup>	40-100	20-60	5-40	200-500	50-200	40-100	20-100	5-40	0
Koeficient konsolidace	$c_v$	m <sup>2</sup> /s	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-9</sup>			-	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-7</sup>		10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-3</sup>

Table 13: soudržné zeminy



Poznámky:

$c_u = d_{60}/d_{10}$

$d_x$  = velikost zrn jejichž x procent je menších

PI = index plasticity

DHR = hydrometrický poměr zeminy

$O_{95}$  = číslo světlosti geotextilie podle ASTM 04751-87

Obr. 47: (b) Kritéria retence zeminy pro návrh geotextilního filtru za podmínek dynamického proudění (podle Luettich et al. [6])

1

2

3

4

5

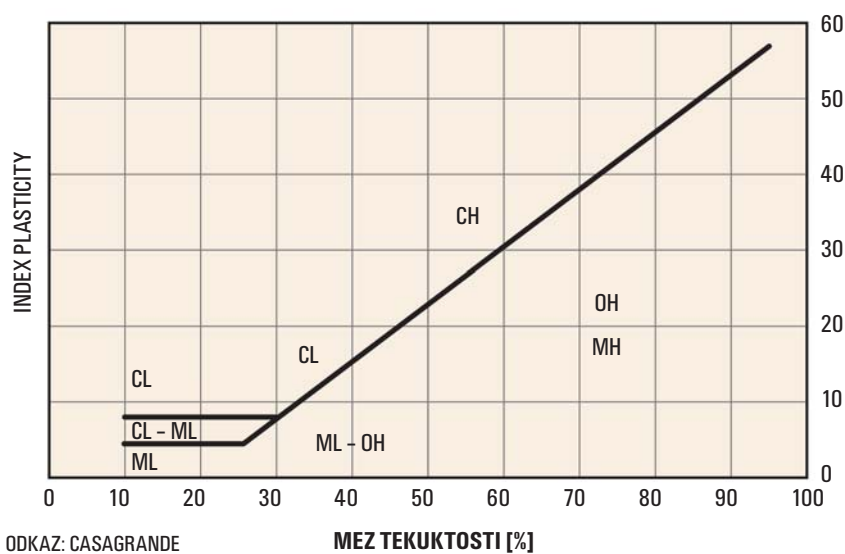
6

7

	OZNAČENÍ	% ČÁSTIC			INDEX PLASTICITY [%]	TYPICKÁ PROPUSTNOST K [m/s]
		< 0,006	0,06 - 2 mm	> 2 mm		
GW	Dobře zrněný štěrk, písčité štěrky	<5	proměň	>50	-	$10^{-1}-10^{-4}$
GP	Špatně zrněný štěrky, písčité štěrky	<5	proměň	>50	-	$10^{-1}-10^{-4}$
GM	Prachovité štěrky, G + S + M	<15	proměň	>50	<7	$10^{-5}-10^{-8}$
GC	Jílovité štěrky, G + S + C	<15	proměň	>50	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
SW	Dobře zrněný písek, štěrkovité písek	<5	>50	proměň	-	$10^{-2}-10^{-5}$
SP	Špatně zrněný písek, štěrkovité písek	<5	>50	proměň	-	$10^{-2}-10^{-5}$
SM	Prachovité písek	<15	>50	proměň	<7	$10^{-5}-10^{-8}$
SC	Jílovité písek	<15	>50	proměň	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
ML	Prach, velmi jemný písek	>50	≈50	proměň	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
CL	Jíl	>50	≈20	proměň	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
GM-ML	Prachovité štěrky	>15	proměň	>40	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
GM-GC	Jílovitoprachovité štěrky	>15	proměň	>40	4-7	$10^{-8}-10^{-10}$
GC-GL	Jílovité štěrky	>15	proměň	>40	>4	$10^{-8}-10^{-10}$
SM-ML	Prachovité písek, písčité silt	15-50	≈50	proměň	<4	$10^{-5}-10^{-8}$
SM-SC	Jílovitoprachovité písek	15-50	≈40	proměň	4-7	$10^{-8}-10^{-10}$
SC-CL	Jílovité písek - písčité jíl	15-50	≈40	proměň	>7	$10^{-8}-10^{-10}$
CL-ML	Jílovitá hlína	>50	proměň	proměň	4-7	$10^{-7}-10^{-10}$
OL	Organická hlína	>50	proměň	proměň	>10	-
OH	Organický jíl	>50	proměň	proměň	>20	-
PT	Rašelina	-	-	-	-	-

Tab. 15: Klasifikace zemin USCS

Užitečné údaje se vztahem k zeminám a potrubí



Obr. 48: Klasifikace zemin USCS podle indexu plasticity



CBR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CBR	
Klasifikace zemin ASTM												
OH		CH			MH		OL		CL			ML
Klasifikace zemin AASHTO												
A-4										A-2-6		
A-5						A-6						
A-7-6				A-7-5								
Klasifikace zemin podle Federálního úřadu pro letectví												
E-8										E-7		
E-9						E-10						
E-11				E-12								
Silně neulehlé podloží			Neulehlé podloží			Měkké podloží			Středně ulehlé podloží			Ulehlé podloží
15	30	60	120	140	Smyková pevnost kPa							
0		10	20	30	hodnota R, (Kalifornie)				40			
2		3	4	5	S, hodnota únosnosti zeminy				6			
20		15	10	5	Group Index							
0		5	10	15	20	25	30	35	hodnota R (Washington)		38	
50		100	150	200	250	300	Kuželový index (CI) - při použití sondy 320 mm <sup>2</sup>					
140			170		210		280	330				
70				Únosnost kPa, deska průměr 300 mm, deformace 5 mm, 10 opakování				Únosnost kPa, deska průměr 760 mm, deformace 2,5 mm				
27			40			Modul reakce podloží			55			
CBR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CBR	

Přibližně CBR	Způsob určení	Symbol	Název
Méně než 2	Lze snadno zatlačit prst	ML	Prach
2-3	Lze zatlačit prst s min. úsilím	MH	Slídnatý prach
3-6	Lze prstem vytlačit důlek	OL	Organický prach
6-16	Lze vtisknout nehet	CL	Prachovitý jíl
pres 16	Lze obtížně vtlačit nehet	CH	Vysoce plastický jíl
		OH	Organický jíl
		PT	Rašelina a bahno

Tab. 16: Korelační tabulka pro odhad hodnoty nenasyčeného CBR z pevnosti a hodnot vlastností zeminy

## 7. 11. Specifikační text

Geotextilie používané k separaci materiálů při zemních pracích

\_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> geotextilie se má doručit a instalovat.

Specifikace TYPAR® SF \_\_\_\_\_ nebo ekvivalentního

Termicky vázaná netkaná průmyslově vyrobená

- Ze 100% polypropylénového kontinálního vlákna
- Podle systému řízení kvality ISO 9001, ISO 14001

Poměr stlačitelnosti 200kN/2kN	EN 964	< 15	%
Absorpce energie	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m
Pevnost v tahu	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m
Pevnost v tahu při průtažnosti 5 %	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m
Průtažnost	EN ISO 10319	≥ _____	%
Pevnost při průrazové zkoušce CBR	EN ISO 12236	≥ _____	N
Pevnost při zkoušce dynamické perforace	EN 918	≤ _____	mm
Pevnost při trhací zkoušce	ASTM D4533	≥ _____	N
Index rychlosti	EN ISO 11058	≥ _____	mm/s
Propustnost při 20kN/m <sup>2</sup>	DIN 60500	≥ _____	10 <sup>-4</sup> m/s
Číslo světlosti pórů O <sub>90</sub>	EN ISO 12956	≤ _____	_m (microns)

Geotextilní tkanina musí být UV stabilizována a inertní vůči chemikáliím běžným v zeminách a vodě

1

Role geotextilie musí být opatřeny vhodným ochranným obalem a každá role musí být opatřena identifikačním štítkem pro identifikaci nejen v terénu, ale i pro kontrolní účely.

2

Povrch, na který má být geotextilie položena, musí být relativně hladký, bez překážek, depresí a sutě. Instalace geotextilie se musí probíhat podle stavebního předpisu. Podélné spoje látky musí mít minimální přesah 30 cm, musí být sešity nebo jinak spojeny podle specifikace odpovědného technika. Při pokládání látky pomocí strojního zařízení se stroj musí pohybovat po zemině, nikoliv po již položené látce.

3

4

5

Literatura

<sup>1</sup> R.M.Koerner, Navrhování s geotextiliemi, str. 110, 4. vydání, 1999, Prentice hall

6

7





# Typar® Geosyntetika

Další publikace  
od DuPont Typar® Geosyntetika:

# Další publikace

- + Typar® Brožura Žádejte více energie
- + Typar® Doporučené použití
- + Typar® Technické listy
- + Typar® HR Technická příručka
- + Typar® HR Výztužný kompozit – brožura
- + Typar® Reference

Další informace najdete  
na internetových stránkách

[www.typargeo.com](http://www.typargeo.com)

nebo nás přímo kontaktujte  
na [typargeo@lux.dupont.com](mailto:typargeo@lux.dupont.com)

Žádejte VÍCE

ENERGIE

DuPont de Nemours (Luxembourg) S.à r.l.  
Typar® Geosynthetics  
L-2984 Luxembourg  
Tel.: 00352-3666 5779  
Fax: 00352-3666 5021  
[www.typargeo.com](http://www.typargeo.com)