

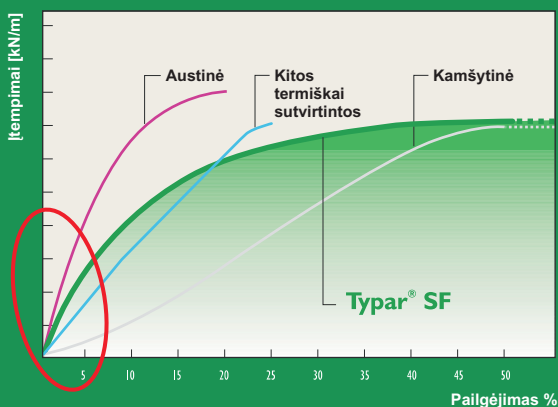
DuPont™ Typar® SF

Geotextilė



Beveik
nejveikiamas

STIPRUMAS



- ▶ Didelė energijos absorbcija
- ▶ Didelis pradinis standumo modulis
- ▶ Didelis pailgėjimas (> 50%)
- ▶ Ilgalaikė filtracija
- ▶ Didelis vientisumas



The miracles of science™

TECHNINĖ KNYGA



Išsamesnė informacija apie produktą, pateikiama gavus pareikalavimą. Dabartinė informacija apima visas apie produktą turimas žinias. Ji skirta būsimiems vartotojams, jų kuriamiems ir įgyvendinamiems projektams realizuoti. Informacija atnaujinama, vystantis produktui ar įgavus naujos patirties .

DuPont™ Typar® SF Geotextilė

TECHNINĖ KNYGA

1	TYPAR® SF ĮVADAS
2	FUNKCIJOS IR REIKALAVIMAI
3	UŽPILDŲ PAGRINDAI
4	DRENAŽO SISTEMOS
5	EROZIJOS KONTROLĖ
6	PASIŪLYMAI DĖL PRITAIKYMO SRIČIŲ
7	PRIEDAS

TYPAR[®] SF ĮVADAS

1.1. Įvadas	4
1.2. DuPont kokybė	4
1.3. Kas yra Typar [®] SF?	4
1.4. DuPont Typar [®] pluošto gamyba	5
1.5. Tipinės charakteristikos	5

1

2

3

4

5

6

7

1. TYPAR® SF ĮVADAS

1.1. Įvadas

Šio vadovo tikslas yra pateikti svarbiausią informaciją apie geotekstilės gaminius, jų funkcijas ir savybes, reikalingas skirtingose pritaikymo srityse. Šiame techniniame vadovėlyje pateikti patarimai dėl *Typar® SF* geotekstilės gaminių modelių, jų parinkimo ir panaudojimo statyboje, pavyzdžiui, klojant pagrindo užpildus, montuojant drenažo ir erozijos kontrolės sistemas. Čia pateiktas bandymo metodų aprašymas, siekiant nustatyti geotekstilės audinių savybes ir techninius duomenis. Mūsų *Typar® SF* ir *Typar® HR* brošiūrose, o taip pat interneto svetainėje www.typargeo.com rasite detalią informaciją apie *DuPont Typar®* geosintetinių medžiagų asortimentą. Dėl papildomų patarimų ir techninės pagalbos prašome kreiptis į “*DuPont Geosynthetics Technical Centre*”.

1.2. DuPont kokybė

Jau du šimtmečiai *DuPont* išradimai yra vadovaujanti pramonės šaka su savo naujoviškomis ir pirmaujančiomis aukštos kokybės medžiagomis, tokiomis kaip *Nylon*, *Kevlar®*, *Tyvek®*, *Lycra®* ir *Teflon®*. Inžinerinis tobulumas ir kokybės standartai tai tik dvi priežastys, dėl kurių *DuPont Typar®* geosintetinės medžiagos yra ilgaamžės ir tinka naudoti statybos pramonėje.

Išrasta prieš 30 metų ir pagaminta *DuPont* Liuksemburgo gamykloje, geros kokybės ir eksploatacinių savybių *Typar® SF* medžiaga jau yra patikrinta laiko. Pasaulio mastu jos yra parduota 1 milijardas m²; panaudojimo sritys - kelių, geležinkelių tiesimas ir statybiniai paviršiai; šį parduotą kiekį būtų galima palyginti su šešių juostų 23 metrų pločio autostrada, juosiančia žemės rutulį.

Typar® gaminama pagal standartą ISO 9001. Griežti *DuPont* kokybės reikalavimai užtikrina, kad į rinką patektų tik geros kokybės gaminiai. Integruota gamyba ir laboratorinė sistema garantuoja, kad būtų įmanoma atsekti kiekvieno rulono gamybos proceso sąlygas ir laboratorinius bandymus.

DuPont aplinkosaugos vadybos sistema atitinka EMAS (eko-vadybos ir audito schemą) bei ISO 14001 aplinkosaugos standartų reikalavimus. Be to, *Typar® SF* geotekstilinės medžiagos yra pažymėtos ženklu “CE” ir atitinka keletą skirtingų sertifikavimo sistemų, pavyzdžiui, Prancūzijos ASQUAL ir Vokietijos išorinio audito sistemą “Fremdüberwachung DIN 18200”.



1.3. Kas yra *Typar® SF*?

Typar® SF - tai plona, termiškai suklajuota vandeniu laidu neaustinė geotekstilės medžiaga, pagaminta iš ištisinių 100 polipropileno siūlų. Ji pagaminta taip, kad kartu turėtų ir gerą pradinį modulį (tvirtumą), būtų labai tąsi (paprastai > 50) ir pasižymėtų išskirtiniu vienodumu, o tai yra itin geros eksploatacinės savybės, šią medžiagą padarančios atsparią pažeidimams ir suteikiančios puikias filtravimo savybes. *Typar® SF* yra izotropinė medžiaga, o tai reiškia, kad jos fizinės savybės yra vienodos visomis kryptimis. Tai atspindi įtempimus ir deformacijas, patiriamas įprastose pritaikymo srityse.

Be to, tas faktas, kad *Typar® SF* medžiaga yra pagaminta iš 100 polipropileno, reiškia, kad ji yra atspari puvimui, drėgmei ir cheminiam poveikiui (ypač šarmų³).

¹ DQS – Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen mbH

² BVQI – Bureau Veritas Quality International

³ details on chemical resistance can be found in the annex section 7.6

1.4. DuPont Typar® pluošto gamyba

Pluošto gamybos procese pagaminama tūkstančiai itin plonų ištisinių siūlų, kurie praeina patentuotą *DuPont* “išankstinio įtempimo” stadiją. Šie ploni, tačiau tvirti siūlai yra klojami ant plokštumos (žr. 1 pav.), pagaminant izotropinio pluošto tinklinį lakštą, kuris po to yra termiškai ir mechaniškai suklijuojamas.



1 pav. Pluošto klojimas



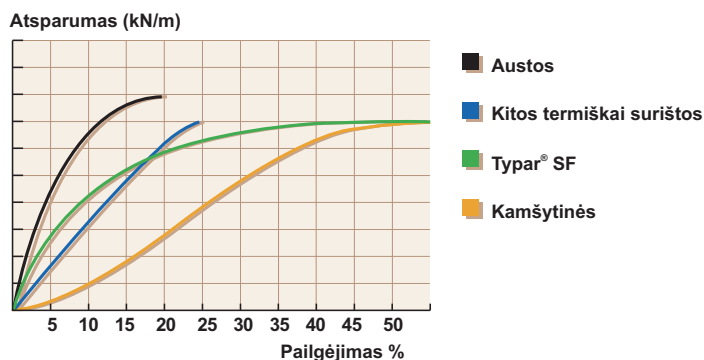
2 pav. Typar® vaizdas po mikroskopu

Skirtingomis gamybos proceso sąlygomis galima pagaminti įvairaus asortimento labai stiprias neaustines *Typar*® struktūras, kurios pasižymėtų skirtingais denį ir skirtingomis fizinėmis savybėmis. Ši patentuota *DuPont* gamybos technologija yra viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl *Typar*® SF pasižymi unikaliomis savybėmis, palyginus su kitomis geotekstilės medžiagomis.

1.5. Tipinės charakteristikos

3 pav. iliustruoja tipinį kai kurių vienodo svorio geotekstilės medžiagų elgesį prie tempimo ir deformavimo. *Typar*® SF medžiaga turi labai aukštą tempimo stiprumo ribą, didelį pailgėjimą (tąsumą), ir tuo pačiu aukštą pradinį modulį, o tai yra idealus savybių derinys geosintetiniam pritaikymui (palyginimui žr. 1 lentelę).

1



3 pav.
Tipinės *Typar*® SF ir kitų geotekstilinių medžiagų kreivės "įtampa-deformacija"

Typar® SF medžiaga yra labai tolygi. Ši ypatybė pasiekama, naudojant tiesioginį beta spinduliu ir ultragarsinio stebėjimo procesą. Bet kuris gaminy, kuris neatitinka reikalingų standartų, yra atmetamas ir perdirbamas. Technologinio proceso metu į polipropilena įdedama stabilizavimo priemonių, kurios prailgina *Typar*® SF medžiagos tarnavimo laiką. Medžiaga gali keletą savaičių būti tiesioginiuose saulės spinduliuose, bet ilgesnis laikymas saulėje, ypač atogrąžų saulėkaitoje, gali sąlygoti stiprumo praradimą⁴. Paprastai geotekstilės gaminius reikia uždengti tuoju pat po jų pagaminimo, siekiant išvengti žalingo UV poveikio, vėjo ir mechaninių pažeidimų.

	Typar® SF	Austos	Kamšytinės trumpo pluošto	Kamšytinės ilgo pluošto	Kitos termiškai surištos
Energija	didelė	maža	vidutinė	vidutinė	labai maža
Atsparumas tempimui	didelis	labai didelis	vidutinis	didelis	didelis
Pradinis modulis	didelis	didelis	labai mažas	mažas	didelis
Pailgėjimas	didelis	mažas	didelis	didelis	mažas

1 lent. Kai kurių geotekstilinių medžiagų kreivių "įtampa-deformacija" savybės

⁴ Apie atsparumą UV prie 7.6 dalyje

FUNKCIJOS IR REIKALAVIMAI

2.1. Įvadas	7
2.2. Atskyrimas	7
2.3. Stabilizavimas ir sutvirtinimas	7
2.3.1. Apribojimas ir izoliavimas	8
2.3.2. Membranos mechanizmas	8
2.3.3. Vietinis sutvirtinimas	8
2.4. Filtravimas	9
2.5. Drenažas	10
2.6. Apsauga	10
2.7. Atsparumas pažeidimams instaliavimo metu	10
2.8. Energijos absorbavimas	11

1

2

3

4

5

6

7

2. FUNKCIJOS IR REIKALAVIMAI

2.1. Įvadas

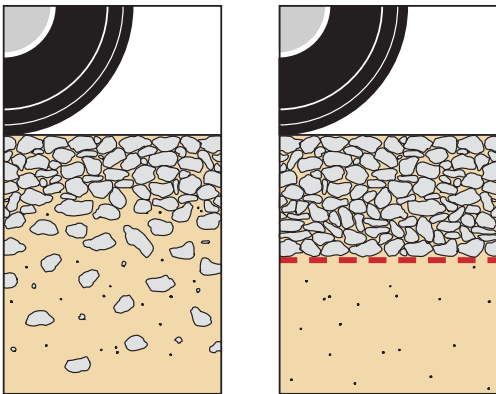
Priklausomai nuo panaudojimo srities, pagrindinės geotekstilės funkcijos yra: atskyrimas, filtravimas, sutvirtinimas, apsauga ir stabilizavimas. Daugeliui panaudojimo sričių reikalingas kelių minėtų funkcijų derinys. Kitas reikalavimas yra atsparumas pažeidimams instaliavimo metu.

Šio skyriaus tikslas – suteikti pagrindinį techninį supratimą apie minėtasias geotekstilės funkcijas ir reikalavimus bei skirtingus kiekvienos funkcijos mechanizmus. Šis skyrius turėtų padėti išsirinkti tinkamą geotekstilės medžiagą reikiamam tikslui, o tai yra sunki užduotis, kadangi sąveika tarp susijusių faktorių: mechaninių ir hidraulinių savybių, užsiteršimo, struktūros, laiko, nuvertėjimo ir kt. yra labai sudėtinga.

2.2. Atskyrimas

Atskyrimas yra apibrėžiamas kaip “apsauginimas nuo susimaišymo su gretimai esančia skirtingos rūšies dirva ir/arba užpildo medžiagomis, panaudojant geotekstilę arba su geotekstile susijusį gaminį”⁵.

Pagrindinės geotekstilės kaip atskyrimo priemonės pritaikymo sritys yra kelių ir geležinkelių projektai. Geotekstilės naudojimas apsaugo ir pagerina įvairių medžiagų vientisumą ir funkcionavimą. Ant minkšto podirvio paklojus užpildo pagrindą ir taikant vertikalią apkrovą, turime du reiškinius.



4 pav. kairėje: Be geotekstilės - užpildo prasiskverbimas į minkštą pagrindą, dešinėje: Su geotekstile - užpildo nuostolių nėra, geresnis sutankėjimas

1. Visų pirma, geotekstilė apsaugo nuo užpildo įsiskverbimo į minkštą podirvį (žr. 4 pav.). Tai labai gerai iliustruoja inžinerinis posakis: “Uždedame 10 kg akmenukų ant 10 kg purvo ir gauname 20 kg purvo”. Geotekstilė atiboja užpildo sluoksnį, ir tuo būdu gaunamas didesnis tankumas, o tuo pačiu ir didesnė atraminė galia.

2. Antra, užpildas apsaugojamas nuo užteršimo dirvos dalelėmis ir taip išvengiama atraminės galios sumažėjimo. Smulkių dirvos dalelių skverbimasis į gryno užpildo sluoksnį vyksta ypač esant dinamiškam spaudimui ir yra vadinamas “pumpavimo efektu”. Šios dalelės veikia kaip tepalas tarp stambaus užpildo gabalėlių ir todėl žymiai sumažina užpildo tvirtumą.

Neužterštas užpildas efektyviai atliks drenavimo funkciją, o taip pat išlaikys geresnį atsparumą šalčio poveikiui.

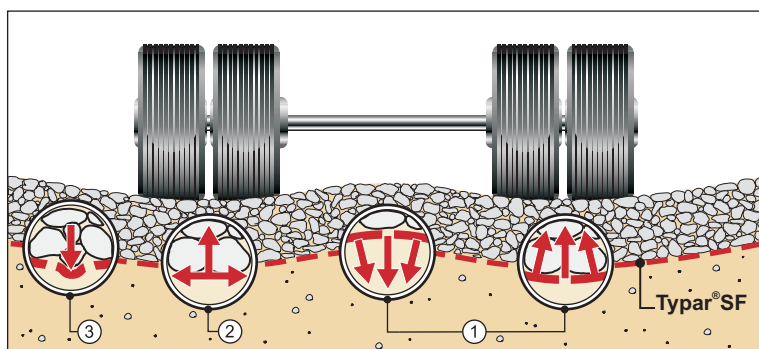
Atlikdama atskyrimo funkciją, geotekstilė:

- apsaugo nuo apkrovos atlaikymo galios sumažėjimo, kurį sukelia smulkaus podirvio susimaišymas su pagrindiniu užpildu;
- padidina atraminę galia, neleidžiant užpildui skverbtis į minkštą podirvį ir padidindama tankumo laipsnį;
- sumažina kelių sugadinimą, kurį sukelia šalčio iškėlimo poveikis;
- pašalina poreikį nukasti minkštą podirvį;
- palaiko užpildo drenažą;
- užkerta kelią smulkių dalelių skverbimuisi, ypač esant dinamiškai apkrovai.

2.3. Stabilizavimas ir sutvirtinimas

Daugeliu atvejų geotekstilės medžiagos atlieka stabilizavimo ir sutvirtinimo funkciją⁶. Atlikdama stabilizavimo funkciją, geotekstilė dirvai suteikia atsparumą tempimui ir tuo būdu kompensuoja dirvos atsparumo tempimui nebuvimą, kai taikoma vertikali apkrova.

Egzistuoja trys atskiri mechanizmai, kurių pagalba geotekstilė stabilizuoja užpildo sluoksnį ir pagerina jo atsparumą nuolatinei deformacijai prie pakartotinos apkrovos (žr. 5 pav.).



- (1) Judėjimo laisvės apribojimas
- (2) Membraninis mechanizmas
- (3) Vietinis sutvirtinimas

5 pav. Trys stabilizavimo mechanizmai

Kuo geresnis pradinis geotekstilės modulis, tuo efektyvesni šie mechanizmai. Geotekstilė, pasižyminti žemu pradiniu moduliu, stipriai deformuosis ir teiks menką apribojimą, membranos mechanizmą ir vietinį sutvirtinimą. Didelis pradinis modulis ir didelis tūsumas yra svarbūs faktoriai, siekiant atlaikyti dideles vietines deformacijas ir išvengti pradūrimų.

2.3.1. Apribojimas ir izoliavimas

Kaip pavaizduota 5 pav., apribojimas būna dviejų tipų. Vienas yra susijęs su atvirkščiu geotekstilės išlinkimu į ratų vėžę, kur susidaro spaudimas žemyn. Jis turi papildomos apkrovos poveikį, kuris išlygina deformaciją ir sustiprina podirvio suspaudimą. Antrasis apribojimo tipas: geotekstilė neleidžia užpildo dalelėms skverbtis žemyn, esant apkrovai. Geotekstilė užpildo sluoksniui suteikia tamprų sutvirtinimą. Toks užpildo izoliavimas padidina jo tvirtumą ir modulį, o tai savo ruožtu sumažina suspaudimo įtempimą posluoksnyje, geriau paskirstant apkrovą po ratų taku.

2.3.2. Membranos mechanizmas

Membranos mechanizmas yra veiksmingas tuomet, kai geotekstilės sluoksnis klojamas ant deformacijoms neatsparios dirvos, kur veikiamos vertikalios apkrovos. Geotekstilėje susidaro į plokštumą nukreiptas tempimo įtempimas, sumažinant spaudimą į dirvą, kuri negali jo sugerti. Ši į plokštumą nukreipta jėga sukelia spaudimo komponentę statmenai į geotekstilės lakšto plokštumą šios jėgos kryptimi.

Tai yra labai svarbu laikinų kelių statyboje, stipriai sumažinant provėžų susidarymą. Kuo didesnis pradinis geotekstilės modulis, tuo labiau galima sumažinti provėžų susidarymą.

2.3.3. Vietinis sutvirtinimas

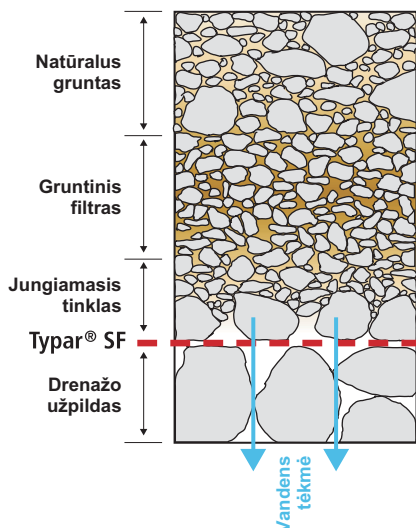
Apkrova į atskirus akmenukus sukelia taškinis posluoksnių sugadinimus. Geotekstilė su dideliu pradiniu moduliu padeda paskirstyti šią apkrovą, taip sumažindama spaudimą ir suteikdama atsparumą poslinkiams. Geras geotekstilės tūsumas leidžia išvengti pradūrimų, kadangi dėl šios savybės geotekstilė išsitempia aplink besiskverbiantį akmenuką.

⁶ For more information and details on the use of geotextiles in reinforced earth structures please refer to the Typar® HR product and design guide. Typical applications for earth reinforced structures are retaining walls, steep slopes, landslides, soft-soil embankments, reinforcement under foundations, reinforcement or bridging over karstic areas or cavities, ... etc.

2.4. Filtravimas

Filtravimas yra apibrėžiamas kaip “dirvos ir kitokių dalelių sulaikymas, veikiant hidrodinamikos jėgai, tuo pačiu pro geotekstilinį audinį arba su geotekstile susijusius gaminius praleidžiant skystį”.⁷

Paprastai geotekstilės audinio filtravimo savybes lemia angelių dydis ir pralaidumas. Veiksmingo geotekstilinio audinio poros turi būti gana mažos, kad nepraleistų stambesnių dirvos dalelių ir apsaugotų nuo dirvos erozijos. Pradžioje smulkios dirvos dalelės turi praeiti per audinį, kad padėtų susiformuoti stambesnių dalelių jungiamajam tinklui, kuris veikia kaip natūralus dirvos filtras prie geotekstilės audinio (6 pav.). Jeigu audeklo poros pernelyg mažos, tuomet nebus išfiltruojamos mažos dalelės ir susiformuos tik mažo diametro jungiamasis tinklas. Taip susidarys natūralus menkai pralaidus dirvos barjeras.



6 pav.: Natūralus gruntinis filtras kartu su geotekstile

Veiksmingi geotekstiliniai filtrai turi turėti skirtingos formos ir dydžio poras, o jų dydis turi būti pasiskirstęs panašiai kaip ir dirvos dalelių dydis.

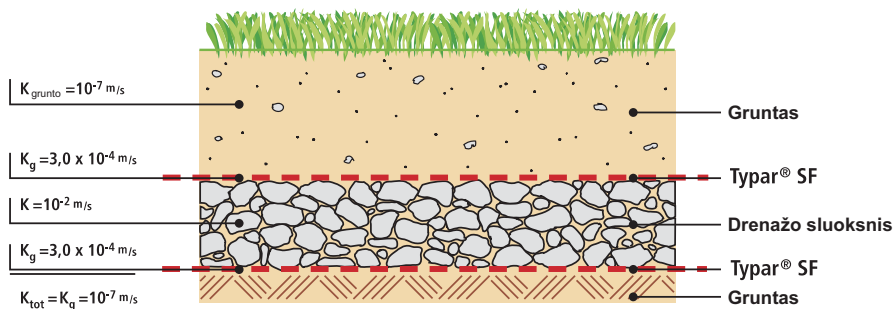
Dažnai yra ignoruojamas faktas, kad užpildo posluoksniu sistemoje (7 pav.) paskutinio praleidžiančiojo sluoksnio pralaidumas lemia visos sistemos pralaidumą. Paprastai dirvos pralaidumas yra žymiai mažesnis už geotekstilės pralaidumą.⁸

Tipinis grunto laidumas vandeniui⁹:

Žvyras	3×10^{-2} m/s	Smėlis	10^{-8} m/s
Dulkis	$10^{-9} - 10^{-7}$ m/s	Dumblas	$10^{-8} - 10^{-10}$ m/s

1

2



7 pav. Skirtingo pralaidumo drenavimo sistema, gruntas ir geotekstilė.
 $K_{\text{tot}} = K_g = 10^{-7}$ m/s

Geotekstilės pralaidumui įtakos turi jos suspaudimas. Storas audeklas paprastai yra jautrus suspaudimui. Instaliavus su spaudimu, pralaidumas sumažėja. Į tai reikia atsižvelgti, kai norima nustatyti reikiamą audeklo pralaidumą. Stora geotekstilė paprastai yra jautri suspaudimui. Didėjant suspaudimui, geotekstilės vandens pralaidumas sumažėja. Į tai reikia atsižvelgti, kai norima nustatyti reikiamą geotekstilės pralaidumą. Storis tai ne geotekstilės parametras, bet tik apibūdinanti savybė.¹¹

Filtravimo funkcija yra susijusi su užtvankų statyba, erozijos kontroliavimu, kelių drenazu ir podirvio drenazu. Šiais atvejais geotekstilė pakeičia tradicinius grūdėtus filtrus. Upės pakrančių ar žemės šlaitų erozijos kontroliavimo sistemose paprastai naudojamos stambios medžiagos (gabionai ir akmeninės apsaugos dangos) arba betono plokštės, kurios apsaugo nuo vandens srovės ar bangų poveikio. Smulkių dalelių erozijos išvengiama, kaip filtrą naudojant geotekstilinį audinį.

⁷ EN ISO 10318

⁸ except coarse sand and gravel

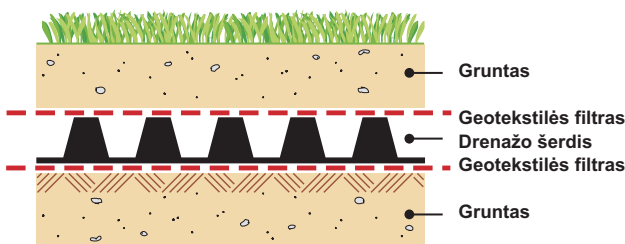
⁹ see annex section 7.10 for more details on soil permeabilities

¹⁰ regarding permeability see also 4.4.2

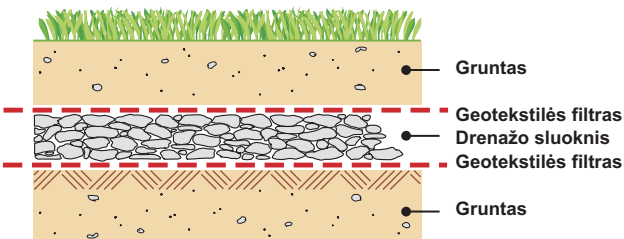
2.5. Drenažas

Drenažas - tai kritulių, gruntinio vandens ir kitų skysčių surinkimas ir transportavimas. Vanduo paprastai kontroliuojamas ir pašalinamas, naudojant natūralias išrūšiuotas medžiagas. Per pastaruosius 30 metų užpildų filtras vis dažniau pakeičia geotekstiliniai filtras, kurių pagalba pagerinamas nepralaidžių dirvų drenažas.

Geotekstilės nereikėtų naudoti kaip (tiesioginio) drenažo sluoksnio, kadangi nors jo drenavimo savybės ir galima patikrinti laboratorijoje, naudojant švarų vandenį, realiomis vietovės sąlygomis (dirvai kaupiantis struktūros viduje) drenažo savybės yra nenuspėjamos. Taip pat labai svarbu, kad drenažo sistema galėtų palaikyti tinkamą drenavimo pajėgumą ilgą laiką, net jeigu egzistuoja didelis žemės slėgimas. Norint išvengti drenažo sluoksnio užsikimšimo ir užsiteršimo, į drenažo sistemą būtina įdėti filtrą.



8 pav. Sudėtinio drenažo elementas



9 pav. Įprastinis drenažas su užpildu

Sintetinės drenos, turinčios geotekstilinį filtrą, pasirodė esą ekonomiškai pakaitalas įprastoms smėlio drenoms, sugeriamiesiems šuliniams ir kitokioms drenažo sistemoms. Paprastai geosintetinis drenažo paklotas arba drenos yra padaromos iš branduolio, įterpiamo tarp geotekstilės filtrų (žr. 8 pav.).

Filtro medžiaga turi pasižymėti gera kokybe ir fizinėmis savybėmis, tvirtumu, ilgaamžiškumu, geru atsparumu spaudimui, patiriamam instaliavimo metu, ir ilgalaikėmis filtravimo savybėmis.

Blogas drenažo sistemos funkcionavimas ar priešlaikinis gedimas gali sukelti rimtas problemas susijusias su žemės struktūrų saugumu ir funkcionavimu. Mažiausiai, ką gali padaryti drenažo gedimas - tai pareikalauti brangaus pataisymo ir su tuo susijusio ardymo. Būtina naudoti tokias filtravimo medžiagas, kurios galėtų veiksmingai funkcionuoti ilgą laiką net ir prasčiausios dirvos sąlygomis.

2.6. Apsauga

Apsauga tai "apsaugojimas arba apribojimas nuo vietinių tam tikro elemento ar medžiagos pažeidimų, naudojant geotekstilę arba su ja susijusius gaminius"¹¹.

Geotekstilė paprastai naudojama kaip geosintetinis barjeras atliekų tvarkymo, stogų dengimo, rezervuarų įrengimui, hidrotechniniuose projektuose.

Svarbiausia geotekstilės apsauginė savybė yra atsparumas pradūrimams ir gaminio vienodumas (vientisumas). Atsparumo vinių pradūrimams bandymai¹² parodė, kad tokios savybės kaip gaminio storumas ir vieneto svoris savaime nesuteikia veiksmingos apsaugos.

2.7. Atsparumas pažeidimams instaliavimo metu

Geotekstilė neatliks savo funkcijos, jeigu instaliavimo metu arba tuojau pat po to ji bus pažeista. Tyrimai parodė, kad kritinis periodas geotekstilės tarnavimo laikotarpyje yra statybos procesas, o ne pats eksploatavimo laikotarpis. Taigi, 95 pažeidimų dažniausiai įvyksta instaliavimo metu, dažnai tiesiog užpildo išpylimo ar tankinimo metu. Paprastai jeigu geotekstilė atlaiko su instaliavimu susijusį spaudimą, ji atlaikys ir eksploatavimo metu patiriamą spaudimą.

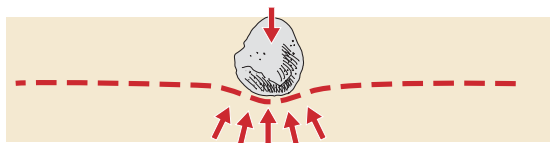
Buvo imtasi didelio darbo, siekiant nustatyti ryšį tarp atskyrimo geotekstilės fizinių savybių ir jos faktiškų eksploatacinių savybių nelaboracinėmis sąlygomis. Bandymų duomenys patvirtino glaudų ryšį tarp geotekstilės gebėjimo sugerti smūginę jėgą ir jos pažeidžiamumo instaliavimo metu¹³.

¹¹ EN ISO 10318

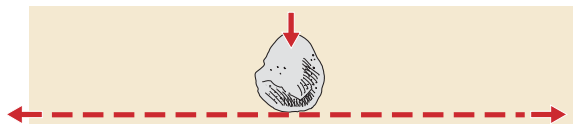
¹² nail tests simulating on-site behaviour developed by DuPont and performed at DuPont Typar® QC laboratory

Žemiau pateikti paveikslėliai iliustruoja įvairias geotekstilės audinio pažeidimo formas ir didelio energijos sugėrimo potencialo svarbą.

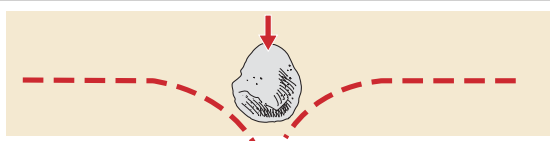
10 pav. Didelis tašumas leidžia geotekstilei išsitempti aplink prasiskverbusį akmenį



11 pav. Didelis atsparumas leidžia geotekstilei atlaikyti krintančio akmens jėgą



12 pav. Geotekstilės pažeidimas dėl atsparumo ar tašumo stokos.



2.8. Energijos absorbuojimas

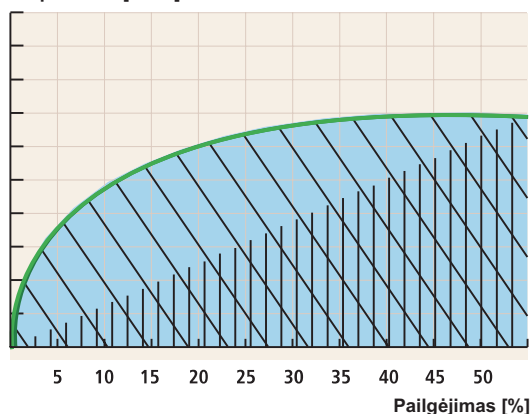
Apibrėžimas: Energija tai fizinės sistemos gebėjimas atlikti darbą. Standartinis vienetas džaulis (J). Vienas džaulis (1J) tai energija, kylanti iš vieno niutono jėgos (1N) ekvivalento, veikianti viename poslinkio metre (1 m). Energija turi dvi pagrindines formas tai potencinė ir kinetinė energija. Potencinė energija glūdi medžiagoje.

Geotekstilės energijos absorbuojimo potencialą (W) galima apibrėžti kaip jos tašumo ir stiprumo derinį. Tai galima pavaizduoti geotekstilės įtempimo kreivę, gaunama, atlikus tempimo stiprumo ribos bandymą. Plotas po kreivę (J) - tai geotekstilės energijos absorbuojimo potencialas. (13 pav.)

Energijos absorbuojimo sąvoka yra naudojama keliose specifikacijose. Deja, kai kurios specifikacijos yra pagrįstos teorinėmis reikšmėmis arba energijos absorbuojimo indeksais, o ne paviršiaus po kreivę apskaičiavimu $W = \int (T \cdot \epsilon) d\epsilon$. Apskaičiavimą galima supaprastinti: $W_{\text{index}} = 1/2 T \cdot \epsilon$.

Gauname, kad kai kurių gaminių energijos absorbuojimo indeksas (W_{index}) yra kur kas didesnis, kai tuo tarpu kitų gaminių teorinis energijos absorbuojimas yra mažesnis negu faktiškas energijos absorbuojimo potencialas, išmatuotas tempimo stiprumo ribos bandymo metu (EN ISO 10319). 13 pav. tai iliustruoja: čia pavaizduotos skirtingos faktiško energijos sugėrimo kreivės ir teorinis energijos absorbuojimo potencialas.

Atsparumas [kN/m]



W - tikrasis energijos absorbuojimas

W_i - teorinis energijos absorbuojimas

13 pav. Tikrojo ir teorinio energijos absorbuojimo potencialų palyginimas

Literatūra

^I Love, J.P., Burd, H.J., 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, p. 611-622

^{II} Koerner, Designing with Geotextiles, 4th edition 1998, p.96

^{III} 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

UŽPILDŲ PAGRINDAI

3.1. Įvadas	13
3.2. Funkcijos	13
3.3. Užpildo pagrindo su Typar [®] SF projektavimas	15
3.4. Kaip pasirinkti tinkamą Typar [®] SF modelį?	20
3.5. Instaliavimo rekomendacijos	22
3.6. Projektavimo pavyzdžiai	22

1

2

3

4

5

6

7

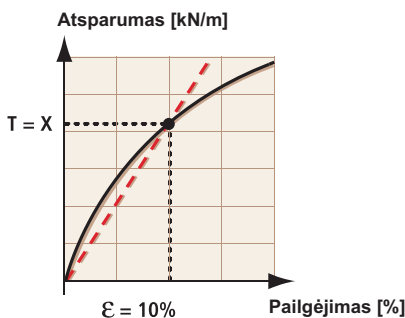
3. UŽPILDŲ PAGRINDAI

3.1. Įvadas

Šiame skyriuje rasite rekomendacijas dėl užpildo pagrindo projektavimo ir statybos ilgalaikėms ir laikinoms kelių transporto struktūroms, panaudojant *Typar*[®] SF geotekstilės gaminius. Ši technologija yra susijusi su užpildo pagrindais, skirtais atlaikyti daugiau ar mažiau dinamiškas apkrovas lėktuvų kilimo ir leidimosi takuose, keliuose ir magistralėse, laikinosios statybos/ privažiavimo keliuose, sandėliavimo zonose, automobilių stovėjimo aikštelėse ir sporto bazėse.

Paviršiams su danga, pavyzdžiui, keliams, autostradoms, lėktuvų kilimo ir leidimosi takams projektavimo metodus sukūrė Valstybinė kelių administracija, remdamasi vietos sąlygomis ir plačia patirtimi. Todėl šis vadovas neketina siūlyti naujų projektavimo metodų, o tiesiog akcentuoti *Typar*[®] SF geotekstilės naudojimo naudą tokiose struktūrose su danga. Tačiau projektavimo procedūros, pateiktos žemiau, gali būti taikomos struktūroms su danga, atsižvelgiant į tai, kad kaip laikinos statybos kelias statybos laikotarpiu bus naudojamas pagrindo posluoksnis.

Ši projektinė procedūra *Typar*[®] SF naudojimui tai rezultatas tų žinių, kurios buvo įgytos, atlikus keletą išsamių bandymų (nutiesiant kelią ant įvairių posluoksnių, pasižyminčių maža atramine galia) bei pasinaudojus 30 metų patirtimi.



14 pav. Pradinis modulis = Kirtinės modulio, kai pvz. $e = 10\%$

Kas yra pradinis modulis?

Pradinis modulis apibrėžia geotekstilės elgesį, esant mažai deformacijai. Naudojant kirtinį modulį, pavyzdžiui, prie 5% įtempimo, gauname aiškia indikaciją. Iš koordinatinių pradžios taško brėžiame liniją iki nurodytos kreivės prie 5% įtempimo (žr. 14 pav.). Pradinis modulis (nuolydis) yra matuojamas $K=T/\epsilon$. Kuo statesnis nuolydis, tuo didesnis modulis.

Kuo aukštesnė geotekstilės tempimo stiprumo riba prie pradinės deformacijos, pavyzdžiui 5%, tuo didesnis pradinis modulis ir tuo pačiu didesnis atsparumas vėžių susidarymui.

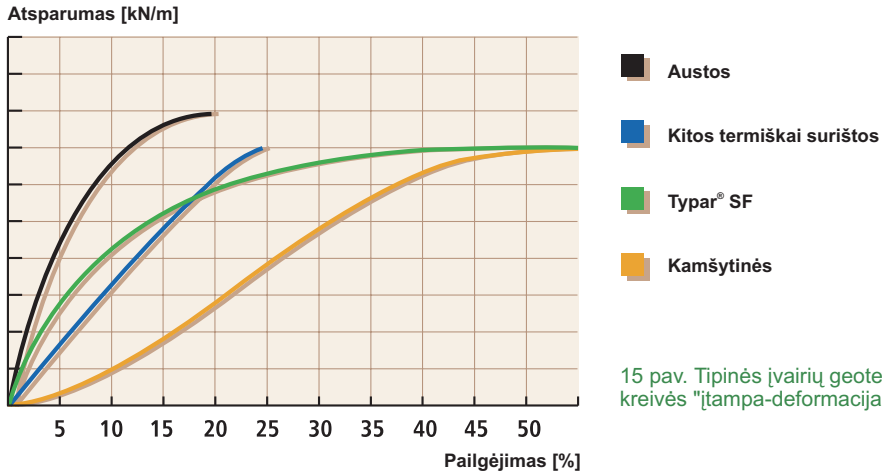
3.2. Funkcijos

Kiekvienai panaudojimo sričiai reikalingas skirtingas geotekstilės funkcijų derinys, siekiant užpildo pagrindui suteikti papildomo tvirtumo (lyginant su tokio pat storio užpildu virš pagrindo posluoksnio be *Typar*[®] SF). Užpildo pagrindo svarbiausios funkcijos daugiausia priklauso nuo geotekstilės modulio¹. Be to, naudojant geotekstilę, galima stipriai sumažinti užpildo sluoksnio storį.

3.2.1. Stabilizavimas

Visų mechanizmų, aprašytų ankstesniame skyriuje, veiksmingumas yra susijęs su geotekstilės elgesiu esant tempimui (15 pav.). Skirtingų rūšių geotekstilės gaminiai turi skirtingas tempimo kreives. Šį skirtumą geriausiai apibūdina energijos absorbavimo potencialas W (taip pat žr. 2.7 skyrių).

Austinė geotekstilė pasižymi labai aukštu pradiniu modulių ir dideliu maksimaliu stiprumu, tačiau yra mažai tasi, o tai sąlygoja menką energijos sugėrimo potencialą W . *Typar*[®] SF turi aukštą pradinį modulį, yra labai stipri ir pasižymi dideliu tatumu prie maksimalios apkrovos, taigi, ir jos energijos absorbavimo potencialas W yra didelis. Kadangi gera energijos absorbcija suteikia didelį atsparumą pažeidimams, *Typar*[®] SF medžiaga yra ypač tinkama stabilizavimui.



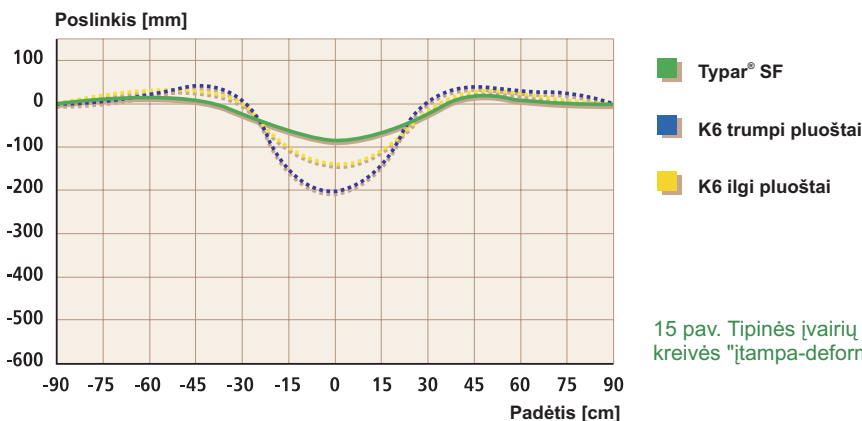
15 pav. Tipinės įvairių geotekstilinių medžiagų kreivės "įtampa-deformacija".

3.2.2. Atskyrimas ir filtravimas

Hidrauliniai reikalavimai (pavyzdžiui, atitinkamas porų dydis, siekiant atlikti veiksmingą filtravimo funkciją) patenkinami, parenkant *Typar® SF* angelių dydžius, panašius į dirvos sudėtį. *Typar® SF* pralaidumas vandeniui yra didesnis negu daugelio gruntų¹³. *Typar® SF* pralaidumo vandeniui neveikia apkrovos spaudimas, kadangi ši geotekstilė turi išankstinio suspaudimo struktūrą, priešingai negu storesni suspaudžiami geotekstilės audiniai.

3.2.3. Provėžų susidarymas

Provėžų susidarymas gali tapti rimta problema, ypač laikinuose keliuose. Nuolatinis ratinių transporto priemonių judėjimas sukelia spaudimą, kuris deformuoja gruntą. Skirtingai negu kitos geotekstilės rūšys, *Typar® SF* reikalauja kur kas mažesnio tūsumo ir deformacijos, kad galėtų atlaikyti tempimą (aukštas pradinis modulis) ir tuo būdu žymiai sumažina provėžų susidarymą. 16 pav. pavaizduoti bandymų rezultatai, imituoju transporto apkrovas¹⁴, pateikiant įvairius geotekstilės audinius 1000 dinamiškos apkrovos ciklą. Bandymų rezultatai rodo skirtumą tarp *Typar® SF* ir dviejų kamšytinių geotekstilių: K6 trumpi pluoštai ir K6 ilgi pluoštai.



15 pav. Tipinės įvairių geotekstilinių medžiagų kreivės "įtampa-deformacija".

Rezultatai atskleidžia ryšį tarp pradinio modulio ir deformacijos (provėžų susidarymo). Aukštas pradinis modulis suteikia galimybę *Typar® SF* sugerti daugiau išorinio įtempimo, prieš perduodant šios energijos absorbciją į ištempimą.

Kadangi *Typar® SF* gerai sugeria energiją, medžiaga yra labai atspari pažeidimams instaliavimo metu. Be to, yra reikalingas pakankamas tūsumas ties plėšimo tašku, kad medžiaga galėtų atlaikyti akmenukų skverbimąsi ir būtų saugi riba, kai geotekstilė veikia įtempimas.

¹³ with the exception of coarse sands and gravel
¹⁴ according to the Norwegian Classification System

3.3. Užpildo pagrindo su *Typar SF* projektavimas

Pagrindinės priežastys, dėl ko pablogėja dangos savybės, yra šios:

- užpildo pagrindo užteršimas smulkiagrūdžiu posluoksniu, esant dinamiškoms apkrovoms (“pumpavimo efektas”), kurios sąlygoja žymų užpildo atsparumo sumažėjimą. “Švaraus” užpildo storis, o tuo pačiu ir struktūros atraminė galia, sumažėja iki neleistino lygmens;
- užpildo pagrindo užteršimas (kaip aprašyta aukščiau) užpildą padaro jautrų šalčiui, ir dėl šios priežasties atlydžio metu susilpnėja atraminė galia;
- posluoksniu drenažo trūkumas;
- nenumatytas transporto srauto padidėjimas.

Typar[®] *SF* naudojimas užkirs kelią užpildo užteršimui, todėl pailgės jo tarnavimo laikas.

Šiame vadove dirvos tvirtumui matuoti naudojama CBR¹⁵ reikšmė. 2 lentelėje pateikti koreliacijos faktoriai tarp CBR, C_u (nedrenuoto tvirtumo), E_v (kietumo modulio) ir M_E (suspaudžiamumo modulio). Projektavimo ypatybės pateiktos keliams su danga ir keliams be dangos, remiantis standartiniu *Typar*[®] *SF* modeliu su 2-u energijos lygmeniu. Priklausomai nuo instaliavimo ir transporto sąlygų, galima pasirinkti geotekstilę su didesne energija.

Koreliacinė lentelė pagrindo CBR įvertinimui:

Labai blogas				Blogas		Pakankamas			Vidutinis				Geras	Gruntas
0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9			
														CBR
														C _u [kN/m ²]*
														C _u [psi]
														M _E [MN/m ²]**
														E _V [MN/m ²]

* Nedrenuoto grunto atsparumas poslinkiui ** Spūdumo modulis

2 lent. Koreliacinė lentelė pagrindo CBR įvertinimui (pagal Barenbergą).

3.3.1. Keliai be dangos

Keliai be dangos, suteikiantys laikiną arba nuolatinį privažiavimą (pavyzdžiui, statybų keliai arba žvyrkeliai) dažniausiai turi paprastą nesurištą užpildo pagrindą.

Žemiau pateiktame projektavimo metode daromos prielaidos, kad tarp posluoksniu ir užpildo pagrindo instaliavus *Typar*[®] *SF*:

- pagerėja užpildo tankumas;
- sutvirtėja posluoksniu po dinamiškomis apkrovomis;
- dėl membranos sutvirtėja pati struktūra ir pagerėja apribojimo efektas;
- priimtinas spaudimas į posluoksniu padidėja iki maksimalios atraminės galios $p = (\pi + 2) \cdot C_u$.

Remiantis patirtiniais duomenimis, šių trijų naudingų faktorių derinys yra lygus posluoksniu CBR padidėjimui maždaug 3 procentais. Šį projektinį metodą galima taikyti tik naudojant *Typar*[®] *SF*.

Pirmiausia reikia nustatyti pradinį užpildo sluoksniu storį, priklausomai nuo apkrovos ir posluoksniu sąlygų, o tuomet apsvarstyti tarnavimo laiką ir užpildo efektyvumą. Nustačius efektyvų užpildo storį T_{eff}, reikia pasirinkti *Typar*[®] *SF* modelį su tinkama energija.

- A. Pradinis užpildo storis T₀;
- B. T₀ suderinimas su tarnavimo laiku ⇒ T;
- C. T suderinimas su užpildo efektyvumu ⇒ T_{eff}.

¹⁵ California Bearing Ratio; methods of on site approximation can be found in the annex 7.10

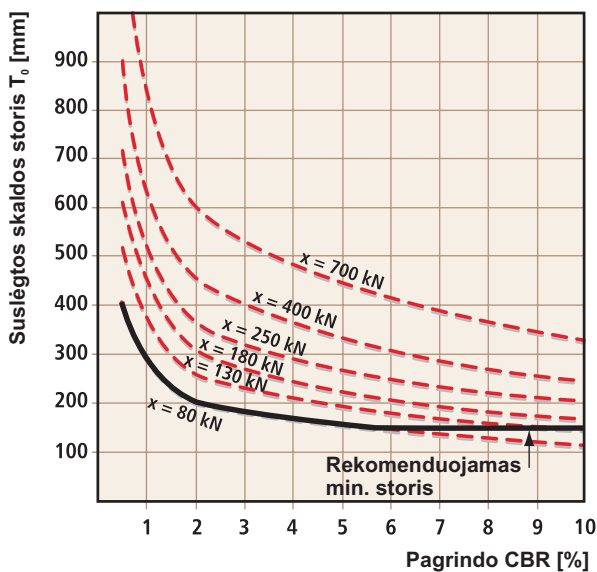
Reikalinga atkreipti dėmesį į ašines apkrovas, didesnes negu 130 kN. Reikia pasirinkti atitinkamą kreivę, kurios pagalba nustatysite pradinį užpildo storį T_0 , o tarnavimo laiko suderinimo faktoriaus C nustatymui yra naudojamas faktiškas pravažiavimų skaičius.

Projektinis metodas keliams be dangos

A. Pradinis užpildo storis T_0

Dirvos atraminė galia CBR, C_u
Ašinė apkrova P_i

Žr. 17 pav., pasinaudodami posluoksniu CBR ir ašine apkrova P_i^{16} , kad nustatytumėte T_0 , sutankinto nerūšinės skaldos sluoksnio storį 1000 ašinių apkrovų. 3 lentelėje pateiktos formulės T_0 apskaičiavimui.



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

$$T_0 \text{ (mm)} = P_1 \sqrt{\text{Ašies apkrova (kN)}}$$

$$T_0 \text{ (in)} = P_2 \sqrt{\text{Ašies apkrova (lbs)}}$$

17 pav. Negrįsti keliai: suslėgtos skaldos storis 1000-ai ašies apkrovų.

3 lent. Koeficientai kreivės P apskaičiavimui.

B. T_0 suderinimas su tarnavimo laiku

Ašinė apkrova P_i
Faktiškas pravažiavimų skaičius N_i
Sutankinto skaldos sluoksnio storis T_0

$$T = C \cdot T_0 =$$

$$T = (0,27 \cdot \log(\sum N_i \cdot \text{ESAL}) + 0,19) \cdot T_0$$

- Jeigu dažniausiai pasitaikanti ašinė apkrova yra didesnė negu 130 kN (pavyzdžiui, karjerų keliai), naudoti

$$N_e = \sum N_i \cdot \text{ESAL}$$

(ekvivalentiškų ašinių apkrovų skaičių) netinka. Naudojant faktišką pravažiavimų skaičių N_i , reikia nustatyti tarnavimo laiko priderinimo faktorių C .

- Tarnavimo laikas yra išreiškiamas kaip bendras 80 kN ašinės apkrovos skaičius. Faktiška ašinė apkrova pirmiausiai yra paverčiama į ekvivalentišką standartinę ašies apkrovą ($P_0 = 80$ kN), pasinaudojant ekvivalentiškumo faktoriumi ESAL:

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

¹⁶ an axle load is usually determined by dividing the gross weight of the vehicle by the number of axles, unless the actual axle loads are known. Each axle load can be converted to an equivalent standard axle load $P_0 = 80$ kN using the equivalence factor ESAL.

Ašies apkrova (kN)	ESAL	Ašies apkrova (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

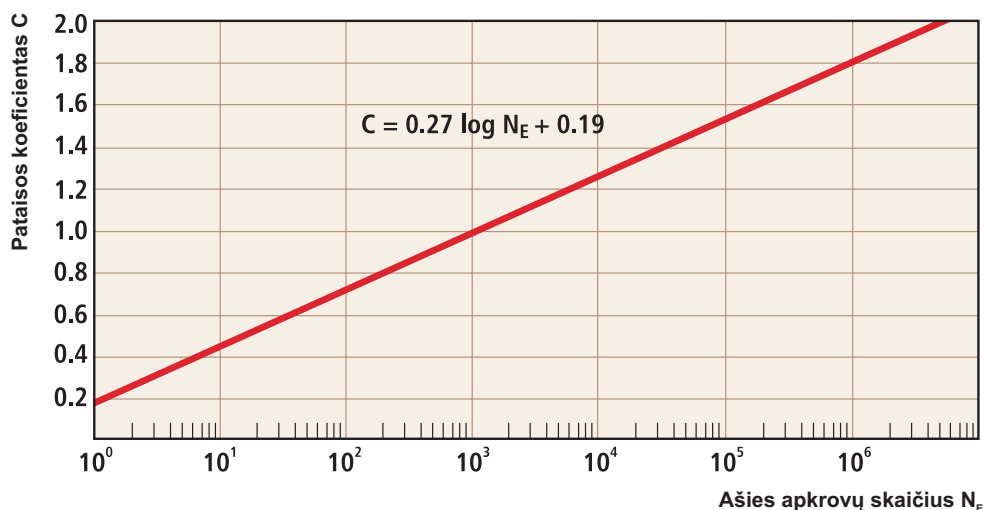
4 lent. Atstojamoji ašies apkrova (ESAL).

4 lentelėje pateiktas ekvivalentiškumo faktorius ESAL skirtingoms ašinėms apkrovoms.

Faktišką ašinių pravažiavimų skaičių (N_i) padauginę iš ESAL, gauname N_E ekvivalentiškų standartinių ašinių apkrovų pravažiavimų skaičių:

$$N_E = \sum N_i * ESAL_i$$

Kadangi T_0 yra indeksuotas 1000 ašinių apkrovų tarnavimo laikui, jis turi būti suderinamas su faktoriumi C , kuris priklauso nuo faktiško standartinių apkrovų skaičiaus N_E . Priklausomybė tarp N_E ir C yra pavaizduota 18 pav.

18 pav. Pataisos koeficientas patvarumui ^[11]

Tuomet gauname, kad užpildo storis T yra:

$$T = C * T_0 = (0,27 * \log (\sum N_e) + 0,19 * T_0$$

C. T suderinimas su užpildo efektyvumu

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

Skirtingos medžiagos, naudojamos užpildo pagrindui, būna daugiau arba mažiau efektyvios. Šį skirtumą apibrėžia užpildo efektyvumo faktorius α . Pasirinktą užpildą turi būti įmanoma sutankinti. Tikslas - suspausti visą masę į vieną visumą po apkrova, kad būtų išnaudotas *Typar*[®] SF sutvirtinimo poveikis. Skaldos užpildas tinka geriausiai, kadangi jis gerai susiriša ir teikia didelę atraminę galią. Galima naudoti ir kitokias turimas medžiagas ar jų mišinius. 5 lentelėje pateikti įvairių paviršių ir pagrindo medžiagų tipiško storio efektyvumo faktoriai.

Medžiaga	Našumas α
Grindinio akmenys	2
Asfaltbetonio mišinys (skaldos danga)	2
Asfalto danga	2
Gruntas su cementu (atlaiko > 5MPa slėgi)	1.5
Gruntas su bitumu	1.5
Stambios skaldos užpildas - "standartas"	1.0
Vidutinės skaldos užpildas (CBR > 80%)	0.8
Stambių apvalių akmenų užpildas (CBR > 80%)	0.8
Vidutinio dydžio apvalių akmenų užpildas	0.5
Žvyras su smėliu (CBR = 20 - 30%)	0.5
Klinčių skalda	0.5
Palaidas žvyras, suslegiamas smėlis	0.4
Pvz.: 10mm asfaltbetonio mišinys = 20mm stambios skaldos "standarto"	

5 lent. Pataisos koeficientai užpildo našumui.

Taigi, pradinį numatytą skaldos storį T gali pakeisti kitos medžiagos, kurių storis T_i ir efektyvumo koeficientas α_i , siekiant gauti galutinę projektinę užpildo storio reikšmę T_{eff} (efektyvus storis):

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

3.6 skyriuje rasite pavyzdžių.

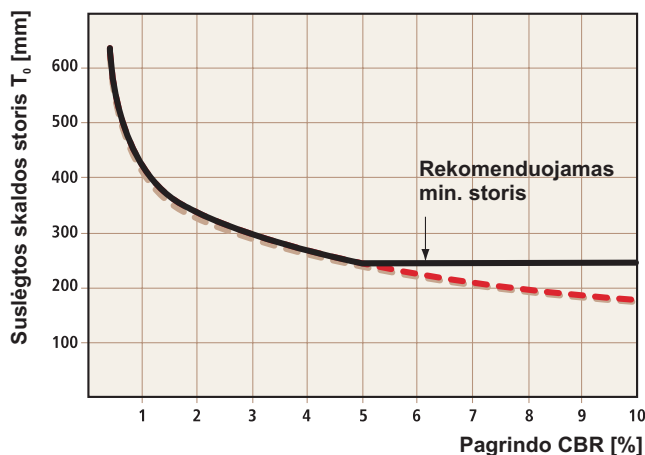
3.3.2. Keliai su dangomis

Nuolatiniai keliai su dangomis paprastai turi užpildo pagrindą bituminį rišantį pagrindą ir betoninę arba bituminę paviršiaus dangą.

Siūlomas projektavimo metodas daro prielaidas, kad tarp posluoksnio ir užpildo pagrindo instaliavus *Typar*[®] SF:

- pagerėja užpildo tankumas;
- sutvirtėja posluoksnis po dinaminėmis apkrovomis;
- užkertamas kelias laikui bėgant užteršti užpildą.

Ši nauda reiškia, kad pailgėja tarnavimo laikas, kitaip tariant, gebėjimas atlaikyti daugiau transporto apkrovų su esamu užpildo sluoksnio storiumi. Be to, dalį užpildo panaudojant kaip privažiavimo kelią statybiniam transportui, panaudojamas *Typar*[®] SF stabilizavimo efektas. Atskyrimo ir filtravimo funkcijos prisidės prie posluoksnio sutvirtėjimo, esant statinėms ir dinaminėms apkrovoms. Tai yra beveik tiek pat efektyvu kaip ir grunto stabilizavimas.



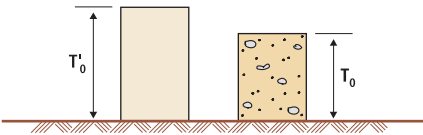
Projektavimo procedūros panašios į tas, kurias naudojome keliams be dangos (žr. ankstesnį skyrių), tik sutankintos nerūšinės skaldos storis T'_0 1000-iui ašinių apkrovų nustatomas iš 19 pav. Šį storį reikia suderinti su tarnavimo laiku ir užpildo efektyvumu, kaip tai darėme ir kelio be dangos atveju.

19 pav. Suslėgtos sklados storis T'_0 .

3.3.3. Sutvirtinti privažiavimo keliai

Pasinaudokite 17 pav., kad nustatytumėte minimalų užpildo storį laikiniems statybinės technikos privažiavimo keliams. Vėliau galima šią struktūrą integruoti į baigiamąjį kelio su danga statybą, pridėdant likusį užpildo kiekį, kad būtų pasiektas reikalingas storis (žr. 18 pav.).

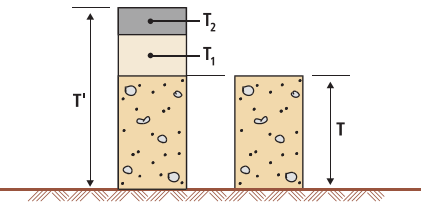
Sutvirtinta konstrukcija		Nesutvirtintas privažiuojamasis kelias ¹⁷	
A. Pradinis užpildo storis T'₀		A. Pradinis užpildo storis T₀	
Grunto keliamoji galia Ašies apkrova	CBR P _i	Grunto keliamoji galia Ašies apkrova	CBR P _i
19 pav. =>	T'₀	17 pav. =>	T₀



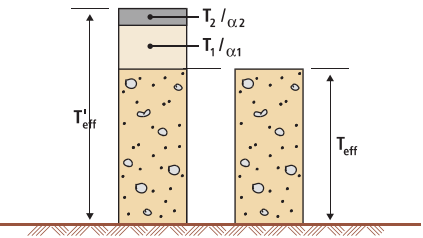
B. T'₀ pataisa patvarumui		B. T₀ pataisa patvarumui	
Ašies apkrova	P _i	Ašies apkrova	P _i
Pravažiavimų skaičius	N'ᵢ	Pravažiavimų skaičius	Nᵢ
Skaldos užpildo storis	T'₀	Skaldos užpildo storis	T₀

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

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



C. T' pataisa užpildo našumui	C. T pataisa užpildo našumui
$T'_{eff} = T_{eff} + \sum T_i / \alpha_i$	$T_{eff} = \sum T_i / \alpha_i$
T _{eff} -minimaliausias efektyvus skaldos užpildo storis laikinam privažiavimo keliui	



20 pav. Brėžinys ¹⁸.

¹⁷ see also 3.3.1.
¹⁸ see also example section 3.6.2.

3.4. Kaip pasirinkti tinkamą *Typar*[®] *SF* rūšį?

Projektinės rekomendacijos, pateiktos ankstesniame skyriuje, remiasi standartine *Typar*[®] *SF* geotekstilės medžiaga, turinčia 1-ą energijos lygmenį. Galima naudoti aukštesnį eksploataavimo energijos lygmenį: 2, 3 arba 4, jeigu egzistuoja papildomi reikalavimai, norint atlaikyti:

- transporto apkrovų poveikį;
- instaliavimo sąlygų poveikį;
- sutankinimo poveikį.

Remdamiesi 21-23 paveikslėliais, nustatykite reikalingą lygmenį, o iš 6 lentelės, pateiktos žemiau, pasirinkite tinkamą *Typar*[®] *SF* energijos lygmenį.

Energijos lygis			1 lygis	2 lygis	3 lygis	4 lygis
Bandymas	Norma	Mato vnt.				
Faktinis energijos sugėrimas	EN ISO 10319/ ASTM D4595	kJ/m²	2	5	8	11
Atsparumas tempimui		kN/m	7	12	20	25
Pailgėjimas		%	50	50	50	50
Atsparumas 5% pailgėjimui		kN/m	2.5	5	7.5	10
Pramušimo jėga pagal CBR	EN ISO 12236	N	1000	1500	2500	3250
Kūgio įsiskverbimas	EN 918	mm	40	35	30	20
Mažiausias rekomenduojamas Typar[®] SF tipas			SF 32	SF 49	SF 77	SF 94

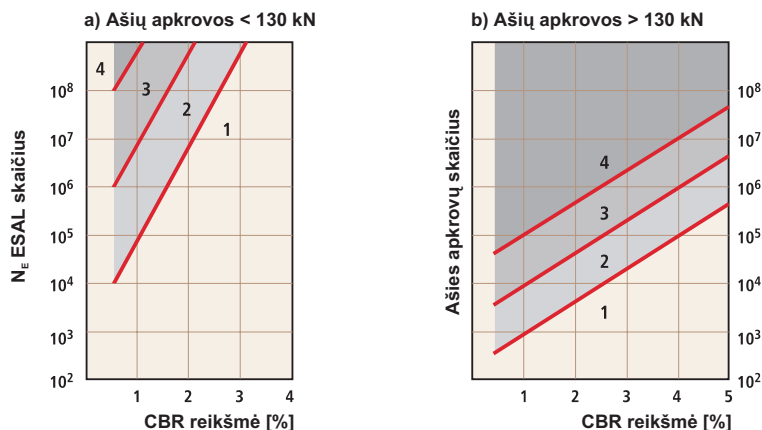
6 lent.: Mažiausios reikšmės įvairiems *Typar*[®] *SF* energijos lygiams¹⁹

3.4.1. Transporto apkrovų poveikis

Geresnės pluošto savybės yra reikalingos, norint atlaikyti:

- nuovargį, kurį sukelia daugkartinės ekvivalentiškos standartinės ašinės apkrovos (ESAL);
- papildomą įtempimą, kurį sukelia sunkiasvorė įranga (paprastai su didesnėmis negu 130 kN ašinėmis apkrovomis).

Pasinaudojant 21 pav., galima pasirinkti teisingą *Typar*[®] *SF* energijos lygmenį pagal sankasos CBR ir ašinių apkrovų skaičių.



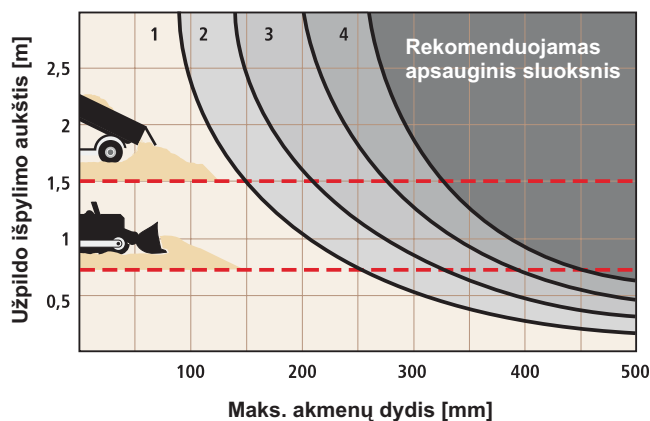
21 pav. Rekomenduojami energijos lygiai priklausomai nuo eismo intensyvumo²⁰

¹⁹ *Typar* energijos lygų pasirinkimas gali priklausyti nuo nacionalinių klasifikacijos sistemų ir specifikacijų.

²⁰ $N_E = \sum N_i \cdot ESAL_i$

3.4.2. Instaliavimo sąlygų poveikis

Kad įgyvendintų savo ilgalaikiškumo funkciją, geotekstilė turi atlaikyti spaudimą, patiriamą instaliavimo metu, ypač užpildo iškrovimo ir sutankinimo metu. 22 pav. pateikti rekomenduojami *Typar*[®] SF energijos lygmenys kaip užpildo gabaliukų dydžio ir išpylimo aukščio funkcija. Matome, kad užpildo atbulinis išvertimas ir stūmimas į priekį virš jau supilto sluoksnio, užuot išpylus tiesiogiai ant geotekstilės audklo, leidžia naudoti žemesnio energijos lygmens audklus.

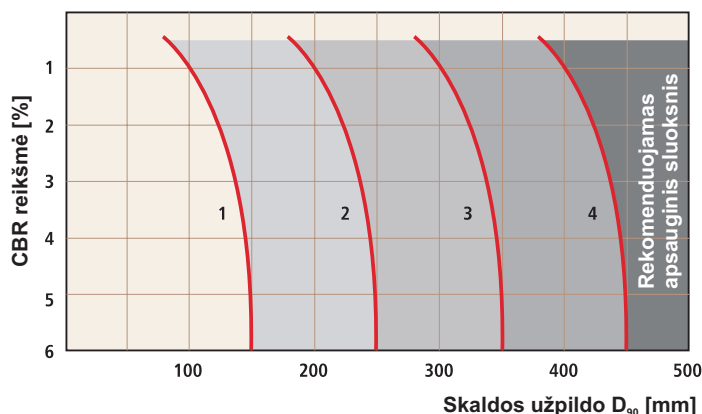


22 pav. Rekomenduojamas energijos lygis priklausomai nuo užpildo stambumo ir išpylimo aukščio.

3.4.3. Sutankinimo poveikis

Pradūrimas aštriais akmenukais užpildo sutankinimo metu yra žalingas ilgalaikio atskyrimo funkcijai. 23 pav. nurodyti rekomenduojami *Typar*[®] SF energijos lygmenys kaip dirvos CBR ir D_{90} (90% praeina per sieta) nerūšinės skaldos užpildo kontakte su *Typar*[®] SF funkcija.

Pastaba. Geotekstilės rūšys su mažesne negu 2 kJ/m^2 energija gali būti naudojami tik tuo atveju, kai keliu važiuos tik lengvieji automobiliai, o maksimalus užpildo gabalėlių dydis neviršija 50 mm.



23 pav. Rekomenduojamas energijos lygis priklausomai nuo skaldos stambumo ir pagrindo CBR.

3.4.4. Reikalavimai filtravimui

Kad geotekstilė ilgą laiką atliktų atskyrimo ir filtravimo funkciją, ji turi atitikti supaprastintus kriterijus, pateiktus 7 lentelėje, kur O_{90} yra apskaičiuotas drėgno filtravimo bandymo metodu (EN 12956).

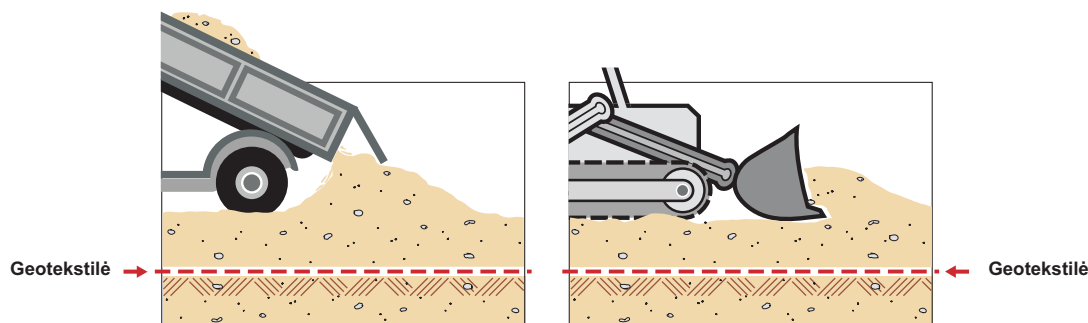
Smulkus rišlus gruntas	Nerišlus gruntas
$D_{85} < 0.06, D_{10} < 0.002$	
$O_{90} \leq 0.200 \text{ mm}$	$O_{90} \leq 2 \cdot D_{85}$

7 lent. Bendri reikalavimai filtrams

3.5. Instaliavimo rekomendacijos

Kelių tiesime ir užpildo pagrinduose klojant *Typar® SF*, reikia laikytis šių procedūrų:

1. Nurinkite visas stambesnes statybines atliekas ir šiukšles, kurios galėtų pradurti *Typar® SF*.
2. *Typar® SF* plotis turi būti ne mažesnis kaip užpildo sluoksnio pagrindas.
3. Naudojant du rulonus arba daugiau, žiūrėkite, kad būtų pakankamas užleidimas (paprastai mažiausiai 30 cm).
4. Jeigu audeklas banguotas, reguliariais intervalais ant jo užpilkite po pilną kastuvą stambaus užpildo, tokiu būdu prilaikydami audeklą prispaustą prie žemės.
5. Neužvažiuodami tiesiai ant geotekstilės audeklo, pro užpakalinį bortą išpilkite užpildą (žr. 24 pav.).



24 pav. Užpildo išpylimas neužvažiuojant ant *Typar® SF*

6. Prieš užvažiuojant bet kokiam sunkiasvoriui automobiliui, užpildą išlyginkite ir sutankinkite.
7. Stenkitės, kad užpildo gabalėlių dydis neviršytų 1/3 užpildo sluoksnio storio.
8. Jeigu susidarė vėžės - užlyginkite, kadangi paprastai jos viršija 1/3 užpildo sluoksnio storio. Tokiu būdu užkirsite kelią vėžių susidarymui ant kelio dangos.
9. Pirmasis užpildo sluoksnis turi būti mažiausiai 250 mm storio.

3.6. Projektavimo pavyzdžiai

3.6.1. Pirmas pavyzdys (remiantis 3.3.1 skyriumi)

Rangovas pageidauja bet koku oru privažiuoti prie nutolusios tilto statybos aikštelės per molį, kurio CBR yra 2,5%. 5 mėnesius kasdien į statybos aikštelę važiuos maždaug po 6 sunkvežimius (3 ašis). Netoliese yra nebrangaus žvyro karjeras ($\alpha = 0,4$, $D_{\max} = 100$ mm).

A. Pradinis užpildo storis T_0

Grunto keliamoji galia	CBR = 2.5
Ašies apkrova	$P_i = 80$ kN
17 pav. =>	$T_0 = 190$ mm

B. Pakoreguotas T_0 tarnavimo laikui

Ašies apkrova	$P_i = 80$ kN
Pravažiuojimų skaičius	$N_i = 6$ sunkvežimiai/d.
Sutankintos skaldos storis	$T_0 = 190$ mm

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

$$N_E = \sum N_i * ESAL_i$$

$$N_E = 5 \text{ mėn.} * 30 \text{ d./mėn.} * 6 \text{ sunkvežimiai/d.} * 3 \text{ ašys} * 1 = 2700$$

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

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

C. Užpildo storio T efektyvumo koregavimas

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

Tinkamo Typar® SF tipo ir energijos lygmens parinkimas

CBR = 2.5% $N_E = 2700$ Pav. 21 => 1 lygmuo
Išpylimo aukštis = 1m $D_{max} = 100\text{mm}$ Pav. 22 => 1 lygmuo

23 pav.: naudojamas tik skaldytiems užpildams

7 lent.: rišlus gruntas $O_{max} \leq 0.200\text{mm}$

=>SF 37

Instaliavimas: vadovaukitės instaliavimo rekomendacijomis, 3.5 skyrius.
Klokite du sluoksnius žvyro (po 330 mm) ir sutankinkite iki 265 mm.

3.6.2. Antras pavyzdys (remiantis 3.3.3 skyriumi)

Transporto bendrovė statys terminalą ir transporto stovėjimo aikštelę, kurios tikėtinas tarnavimo laikas - 15 metų. Per dieną čia įvažiuos 20 sunkvežimių, iš kurių 8 į vieną pusę važiuos tušti. Sunkvežimiai turės po 4 apkrovos ašis. Statybos aikštelė yra žemoje vietoje, o jos paviršius nelygus. Tiriant statybvieta, buvo apskaičiuota, kad CBR yra 1%. Privažiavimo kelias ir transporto stovėjimo aikštelė bus padengti 70 mm (= $T_{karštojo\ mišinio}$) asfaltu. Kelio pagrindui bus naudojamas smėlingasis žvyras ($\alpha=0,5$), o pabaigai ant viršaus užpilamas geros kokybės apvalių akmenukų užpildas ($\alpha=0,8$, $D_{max}=100\text{mm}$).

Iš pradžių rangovas terminalo plote ir aplink jį sukurs statybos aikštelę su tvirtu pagrindu. Ši struktūra bus panaudojama galutinėje dangos struktūroje, taip sutaupant laiko ir pinigų. (Žr. 20 pav.).

1

2

3

Sustiprinta struktūra		Nesustiprintas privažiavimo kelias	
A. Pradinis užpildo storis T'₀		A. Pradinis užpildo storis T₀	
Grunto keliamoji galia	CBR = 1%	Grunto keliamoji galia	CBR = 1%
Ašies apkrova	Pᵢ = 80 kN	Ašies apkrova	Pᵢ = 80 kN
19 pav. =>	T'₀ = 420mm	17 pav. =>	T₀ = 280mm
B. Pakoreguotas T'₀ tarnavimo laikui		B. Pakoreguotas T₀ tarnavimo laikui	
Ašinė apkrova	P_full = 80 kN P_empty = 30 kN	Ašinė apkrova	Pᵢ
Pravažiamųjų skaičius	N'ᵢ	Pravažiamųjų skaičius	Nᵢ
Sutankinto užpildo storis	T'₀	Sutankinto užpildo storis	T₀
ESAL_full= (Pᵢ/P₀)³.⁹⁵ = 1		ESAL_konstrukci ir sij verti ir mas = 3000	
ESAL_full= (30/80)³.⁹⁵ = 0.021		ESAL_konstrukci ir sij verti ir mas = 3000	
N'_full = 32 x 6 x 52 x 15 x 4 axles = 599040 N'_empty = 8 x 6 x 52 x 15 x 4 axles = 149760 N'_E = 599040 x 1 + 149760 x 0.021 = 602185		N_E_konstrukci ir sij verti ir mas = 3000	
18 pav. => C = 1.75		18 pav. => C = 1.13	
T' = C * T'₀ = 1.75 * 420 ≈ 740mm		T = C * T₀ = 1.13 x 280 ≈ 320mm	
α = 1			

C. Užpildo storio T' efektyvumo koregavimas	C. Užpildo storio T efektyvumo koregavimas
$T'_{eff} = T_{eff} + \sum T_i / \alpha_i$	$T_{eff} = \sum T_i / \alpha_i$
T_{eff} -minimaliausias efektyvus skaldos užpildo storis laikinam privažiavimo keliui	

Iš bendro T' storio 740 mm: 320 mm (α=1) buvo panaudota kaip atrama statybiniam transportui, 70 mm dylamojo sluoksnio yra lygu 140 mm medžiagos su efektyvumu α=1, o likusieji 280 mm (T_{rem}) gali būti iš 350 mm storio (=280/0,8) žvyro užpildo. Gauname minimalų efektyvų storį 640 mm.

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

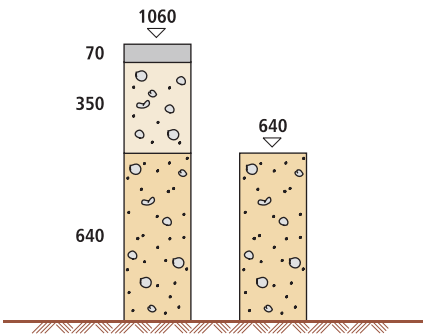
Pastaba: T'_{eff} yra statybos kelio storis be dangos.
T_{hotmix} - dylamojo sluoksnio storis.
T_{rem} - tai papildomas storis, reikalingas, kad būtų patenkinti reikalavimai, keliami ilgalaikių kelių su danga tiesimui.

Tinkamo Typar® SF energijos lygmens pasirinkimas

CBR = 1.0% N'E = 602185 **Pav. 21 => 1 lygmuo**
Išpylimo aukštis = 1m D_{max} = 100mm **Pav. 22 => 1 lygmuo**
23 pav.: naudojamas tik skaldytiems užpildams
=>SF 49

Instaliavimas

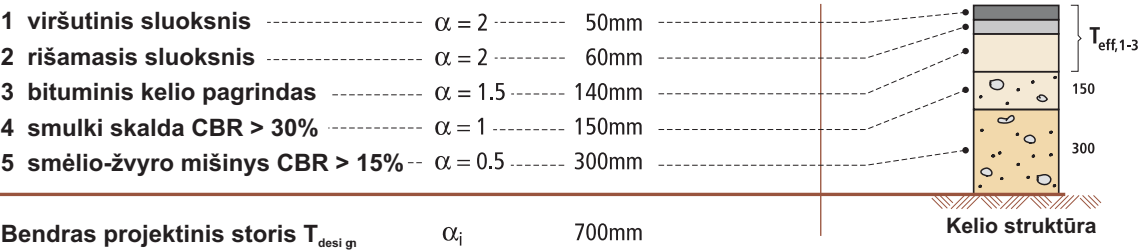
- Vadovaukitės instaliavimo rekomendacijomis (žr. 3.5 skyrių).
- Statybiniam transportui paklokite 640 mm storio apvalių akmenukų užpildą dviem sluoksniais.
- Paklokite 350 mm storio žvyro užpildą ir 70 mm asfalto dylamąjį sluoksnį.



3.6.3. Trečias pavyzdys

Rangovas nori kelių vadovybei pasiūlyti patobulintą projektą, parodydamas, jog galima sutaupyti, naudojant geotekstilę. Pradinis projektas, kurį pasiūlė kelių vadovybė, yra toks:

Kelio struktūra:



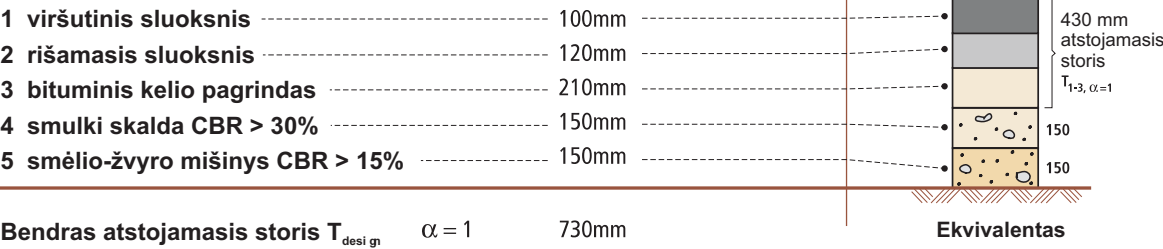
Projektas remiasi šiais apskaičiavimais:

Transportas: ašinė apkrova yra 8 tonos arba 80 kN;
projekto tarnavimo laikas - 10 metų;
viso ašinių apkrovų $15 \cdot 10^6$ /kelio tarnavimo laikas.

Atraminė galia: esamos kelio sankasos CBR 1 - 5%.

Kadangi esamos kelio sankasos CBR skiriasi, naujoji kelio struktūra nustatoma CBR = 1%, 3% ir 5%. Be to, 1, 2, 3 sluoksniai liks nepakeisti, išlaikant esamą projektinį storį $T'_{eff\ 1-3} = 250$ mm, o ekvivalentiškas storis $T_{1-3, \alpha=1} = (T_1 + T_2) \cdot \alpha_{1,2} + T_3 \cdot \alpha_3 = 430$ mm, naudojant užpildo efektyvumo faktorius $\alpha_{1,2} = 2$, o $\alpha_3 = 1,5$. 4 sluoksnio ekvivalentiškas storis yra $150/(\alpha=1) = 150$ mm, o 5 sluoksnio storis yra $300/(\alpha=0,5) = 600$ mm. Visi kiti palyginimai yra pagrįsti užpildo efektyvumu $\alpha=1$.

Ekvivalentiška kelio struktūra yra apibrėžta žemiau:



A. Pradinis užpildo storis T_0

Grunto keliamoji galia CBR = žr. lent. žemiau

Ašies apkrova $P_i = 80$ kN

17 pav. => $T'_0 =$ žr. lent. žemiau

CBR	1%	3%	5%
T'_0 (storis) (8 pav.) [mm]	420	300	250

B. T₀ pataisa patvarumui

Ašinė apkrova $P_i = 80 \text{ kN}$
Pravažiavimų skaičius $N'_E = 15 \cdot 10^6$ ašinių apkrovų
Sutankinto užpildo storis $T'_0 = \text{žr. lent. žemiau}$

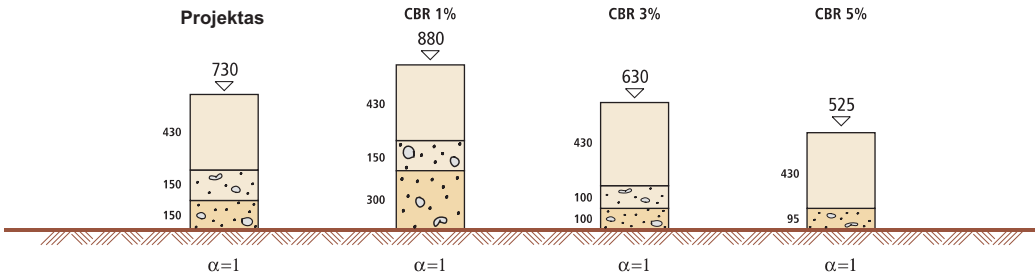
CBR	1%	3%	5%
C (patvarumo pataisa)	2.1	2.1	2.1
$T = T'_0 \cdot C$ (min with $\alpha=1$) [mm]	880	630	525

C. T pataisa užpildo našumui

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

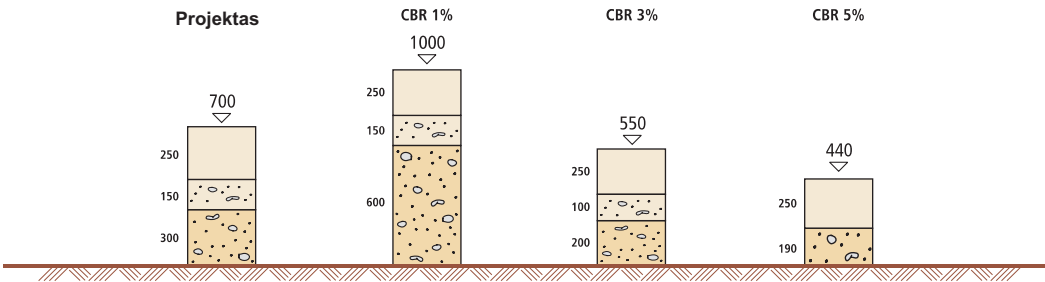
Likęs storis T_{remain} gali būti padalinamas tarp dviejų galimų medžiagų tokiu būdu:

T_4 (standartinis užpildas) [mm]	150	100	-
T_5 (smėlio-žvyro mišinys) [mm]	300	100	95
Sumaž. (= $T - 730 \text{ mm}$) [mm]	+150	-100	-205



Taip sutaupoma efektyvaus storio, kai CBR 3% ir 5%, ir padidėja storis, kai CBR = 1.

CBR	1%	3%	5%
$T_{4,\text{eff}}$ (standartinis užpildas) [mm]	150	100	-
$T_{5,\text{eff}}$ (smėlio-žvyro mišinys) [mm]	600	200	190
Efekt. sumaž. (= $T_{\text{desi gn}} - T_{\text{eff}}$) [mm]	+300	-150	-260



Literatūra

¹ Robnett, Q.L. and Lai, J.S., Fabric Reinforced Aggregate Roads – An Overview., 61st Annual Meeting of TRB in Washington, January, 1982

Lavin, J.G., Murray, C.D., Murch, L.E., Robnett, Q.L. and 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: Laboratory Study, Proceedings of First Canadian Symposium in Geotextiles, Calgary, Alberta, Canada

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

^{II} SINTEF Report, Non-woven Geotextiles in Road Constructions, 1996

^{III} 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.

DRENAŽO SISTEMOS

4.1. Įvadas	29
4.2. Funkcijos	29
4.3. Geotekstilės savybės	29
4.4. Drenažo sistemų projektavimas	30
4.5. Tipiškos drenažo sistemos	34
4.6. Instaliavimo rekomendacijos	37

1**2****3****4****5****6****7**

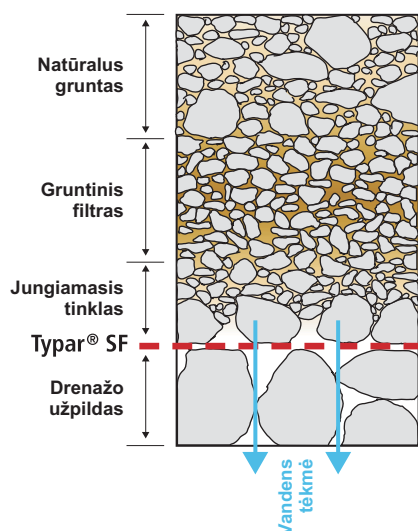
4. DRENAŽO SISTEMOS

4.1. Įvadas

Šiame skyriuje rasite rekomendacijas, kaip naudoti *Typar*[®] *SF* kaip filtravimo terpę. Čia pateikti pagrindiniai projektai ir kai kurių tipinių drenažo sistemų konstravimas. Projektinės procedūros, susijusios su *Typar*[®] *SF* naudojimu, yra rezultatas žinių, įgytų atlikus keletą laboratorinių tyrimų ir tyrimų natūraliomis (lauko) sąlygomis, o taip pat patirtis, įgauta atlikus tūkstančius instaliacijų visame pasaulyje.

4.2. Funkcijos

Drenažo sistemose (kontroliuojamas vandens nutekėjimas) jau tapo įprasta tradicinius grūdinius filtrus pakeisti *Typar*[®] *SF* geotekstilės filtrais. Geotekstiliniai filtrai atlieka tą pačią funkciją: apsaugo drenas nuo užsikimšimo, tačiau turi pranašumą – lengvą instaliavimą ir kontroliuojamą filtro kokybę, kurios nepablogina prastos konstrukcinės sąlygos. Geotekstilės naudojimas padeda nemažai sutaupyti, kadangi jos instaliavimas atliekamas daug greičiau, reikalingos mažesnės kasimo darbų apimtys ir mažiau sunaudojama medžiagų.



6' pav.: Natūralus gruntinis filtras kartu su geotekstile

Geotekstilės savybės daug kuo priklauso nuo jos struktūros. Austinio tipo geotekstilė paprastai turi mažai atviro ploto. Kadangi ribotas porų skaičius paprastai turi vienodą diametrą, jas greitai užkemša dirvos dalelės. Storas geotekstilės audinys turi ilgą vingiuotą pratekėjimo kelią, todėl smulkios dirvos dalelės lengvai užstringa siauruose kanaluose. Toks dalinis užsikimšimas ir jautrumas spaudimui gali sąlygoti žymų pralaidumo sumažėjimą.

O *Typar*[®] *SF* pasižymi itin geru grunto dalelių sulaikymu, kadangi šio audeklo poros yra įvairaus dydžio ir formos. Mažai tikėtina, kad grunto dalelės užstrigs *Typar*[®] *SF* geotekstilėje dėl jos plonos, iš anksto sutankintos struktūros, todėl tekstilės hidraulinės savybės nesikeičia esant spaudimui.

Kad geotekstilė tinkamai atliktų filtravimo funkciją, ji turi atlaikyti spaudimą, patiriamą instaliuojant. Dėl aukšto pradinio modulio ir didelio tūsumo *Typar*[®] *SF* pasižymi dideliu energijos sugėrimo potencialu, kuris padaro audeklą labai atsparų pažeidimams instaliavimo metu, o taip pat suteikia stabilumą porų matmenims ir pralaidumui.

Kaip veikia *Typar*[®] *SF*? *Typar*[®] *SF* po instaliavimo leidžia greta audeklo susidaryti natūraliam dirvos filteriui. Šis jungiamasis tinklas susiformuoja tik tuomet, kai geotekstilė turi atitinkamo dydžio porų pasiskirstymą (6' pav.). Šios rekomendacijos jums padės pasirinkti tinkamą filtrą.

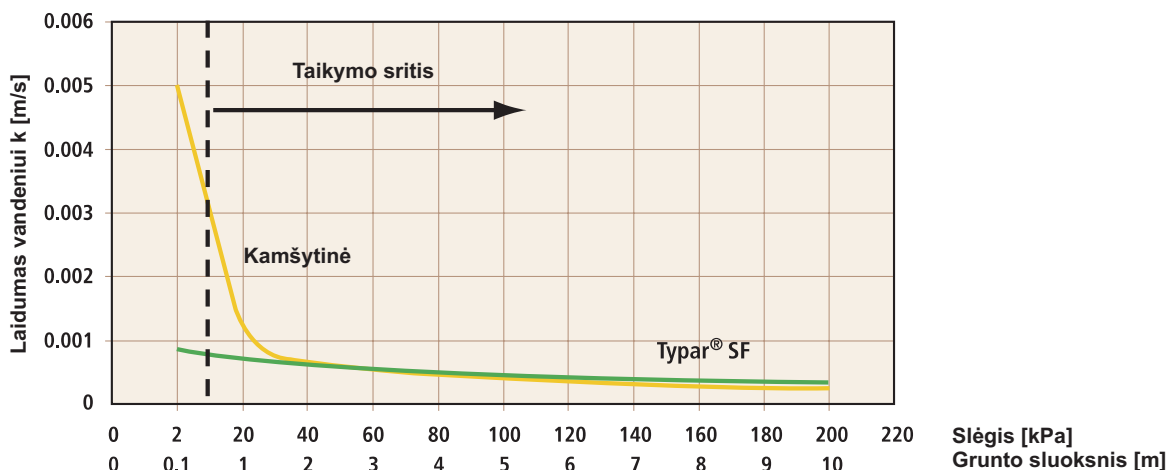
4.3. Geotekstilės savybės

Pasaulio mastu buvo vykdomos plačios tyrimų programos, kurių tikslas buvo apibrėžti geotekstilės filtravimo veiklą, susiejant dirvos, kuri bus filtruojama, dalelių dydžio pasiskirstymą bei hidraulinės sąlygas su geotekstilės porų dydžio pasiskirstymu ir pralaidumu vandeniui.

Svarbiausios geotekstilės filtro savybės yra porų dydis ir pralaidumas. Tipišką porų dydį galima apibūdinti, remiantis geotekstilės porų dydžio pasiskirstymu. Šį pasiskirstymą galima nustatyti naudojant dirvą su nustatyto dalelių dydžio pasiskirstymu (EN 12956) arba nustatytų dydžių stiklinius rutuliukus (ASTM D4751). Gaunamas angelių dydis O_{90} arba O_{95} , kuris apibūdina angelių dydį, per kurį praėjo 90/95% dirvos dalelių/rutuliukų. 7.1.3 skyriuje rasite detalesnį bandymų metodų aprašymą.

Filtravimo sistemos funkcionavimui labai svarbu pasirinkti tinkamą angelių dydį. Tai užtikrina natūralaus grunto filtro susiformavimą ant geotekstilės viršaus. Netinkamas angelių dydis lems vamzdyno ir grunto eroziją ar netgi pralaidumo sumažėjimą.

Geotekstilės pralaidumą apibrėžia pralaidumo koeficientas k . Jis apibūdina vandens srauto, pratekančio statmenai per gruntą ar geotekstilę, dydį. Geotekstilės pralaidumo koeficientas k gali būti naudingas tuomet, kai norima palyginti geotekstilės ir grunto pralaidumą. Norint įvertinti skirtingų struktūrų geotekstilės tinkamumą, geriausia palyginti pralaidumą prie apkrovos. 25 pav. vaizduoja, kaip keičiasi storos susispaudžiančios neaustinės geotekstilės pralaidumas po spaudimu, palyginus su išankstinio suspaudimo Typar® SF.



25 pav. Pralaidumas po spaudimu - kamšytinių geotekstilių palyginimas su Typar® SF

Kitas būdas apibrėžti geotekstilės pralaidumą yra hidraulinis laidumas arba srauto greitis [$l/m^2 \cdot s$] prie tam tikro vandens slėgio, pavyzdžiui V_{H50} pagal EN 11058. Svarbiausias aspektas yra parinkti geotekstilę su tokiu pralaidumu, kuris būtų didesnis už grunto, kuri bus filtruojama, pralaidumą. Būtina suteikti sąlygas tekėti natūraliam vandens srautui.

4.4. Drenažo sistemų projektavimas

Tinkamo filtro parinkimas yra sudėtingas procesas, kadangi sąveiką tarp grunto ir filtro sąlygoja keletas faktorių:

- geotekstilės savybės: porų dydžio pasiskirstymas (O_{90}), pralaidumas vandeniui, suspaudžiamumas ir struktūra;
- grunto sąlygos: dalelių dydžio pasiskirstymas, vienodumo koeficientas, tankumas, plastiškumas ir sukibimas;
- hidraulinės sąlygos: vienakryptis arba priešingos krypties srautas, nuolydis ir cheminis nusėdimas;
- instaliavimo sąlygos: mechaninis pažeidimas instaliuojant ir vandens kiekis dirvoje montavimo metu.

Projektuojant filtrą, reikia apsvarstyti du pagrindinius faktorius: **grunto sulaikymą ir pralaidumą**.

4.4.1. Grunto sulaikymo kriterijus

Pasirinkimą pradedame nuo grunto, kuri bus filtruojama, dalelių pasiskirstymo nustatymo. Galima nustatyti ribas maksimaliam angelių dydžiui O_{90} . Bendri kriterijai ne kritinėms situacijoms (stabilus srautas, mažas nuolydis) yra:

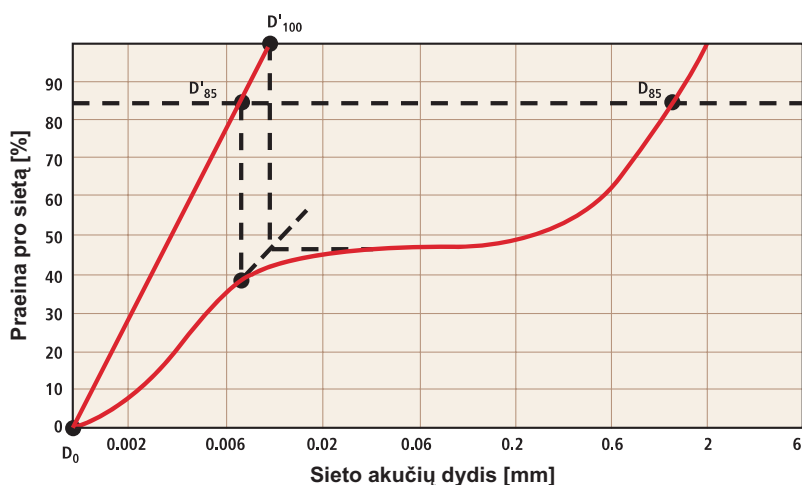
$$O_{90} < 2 * D_{85}$$

Ten, kur dominuojantis faktorius yra vidinės erozijos galimybių apribojimas, reikia taikyti šiuos kriterijus:

	Rišlus gruntas $D_{85} < 0.06$ and $D_{10} < 0.002$	Smulkus nerišlus gruntas $D_{40} < 0.06$	Stambus gruntas $D_{40} > 0.06$
Pastovus nuotėkis	$O_{90} < 0.200$	$O_{90} < 6 * D_{60}$	$O_{90} < 5 * D_{10} \sqrt{C_u}^{21}$
Kintamas nuotėkis	Reikalingi laboratoriniai bandymai²²		$O_{90} < 1,5 * D_{10} \sqrt{C_u}$ $O_{90} < D_{60}$

8 lent. Filtro parinkimas įvairiam gruntui ir nuotėkio sąlygoms.

Jeigu gruntas nevienodo grūdėtumo (kaip parodyta grafike, 26 pav.), vietoj D_{85} reikia naudoti D'_{85} (smulkesnio grunto dalies D_{85}). Norint nustatyti D'_{85} , pratęskite smulkesnio grunto dalies nuolydį ir iki susikirtimo su smulkių dalelių kreive. Skersinis pjūvis apibūdins D'_{100} smulkesnio grunto daliai. Sujungus D'_{100} ir D_0 , galėsime pažymėti D'_{85} .



26 pav. Netolygios granuliacijos gruntas

²¹ $C_u = D_{60}/D_{10}$

²² You may ask the DuPont Geosynthetics Technical Centre or use the schema in the annex 7.10

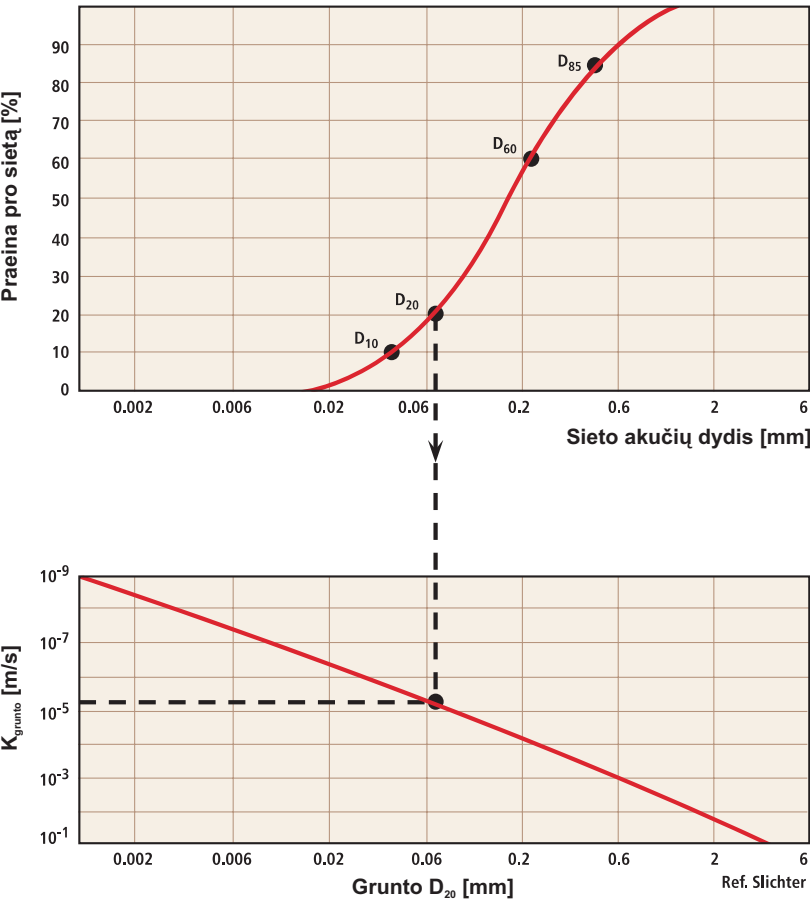
4.4.2. Pralaidumo kriterijus

Kalbant apie geotekstilės pralaidumą, galioja viena bendra taisyklė - geotekstilė turi būti pralaidesnė negu dirva, kuri bus filtruojama. Palyginęs grūdėtuosius filtrus ir geotekstilinius filtrus, J.P.Giroud^{II} teigia, kad norint užtikrinti atitinkamą išteklėjimo srautą, geotekstilės pralaidumas vandeniui turi būti 10 kartų didesnis už dirvos, kuri bus filtruojama, pralaidumą. Vėl gi, Murray ir McGown kelio dangų klojime ir struktūriniame drenaže siūlo naudoti 10 faktoriaus austines medžiagas ir neaustines plonas medžiagas (2 mm) bei 100 faktoriaus storas neaustines geotekstilės medžiagas^{III}.

Mes siūlome:

$$K_{geo} > 5-10 \cdot K_{soil}$$

Grunto pralaidumą įvertinti pagal dalelių dydį D_{20} , pasinaudojant 27 pav.

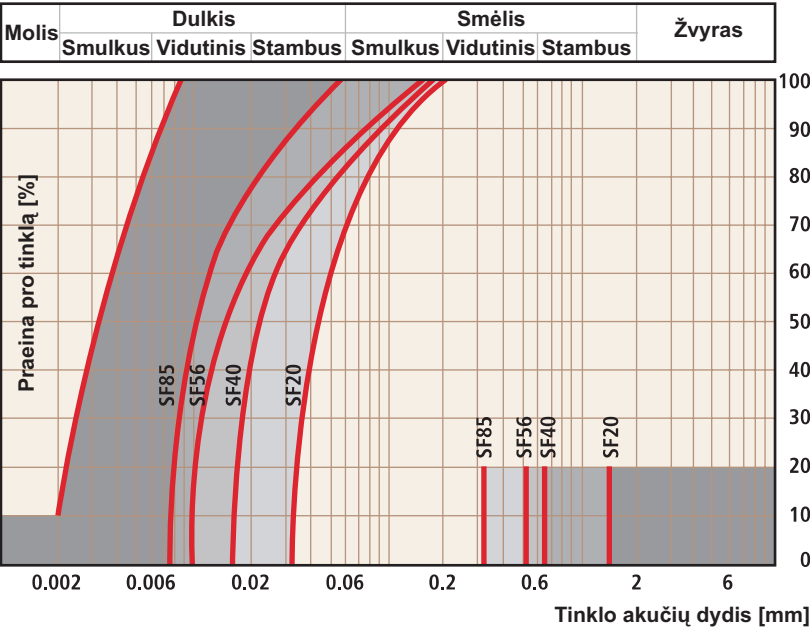


27 pav.: Grunto pralaidumo įvertinimas priklausomai nuo D_{20}

4.4.3. Ypatingi gruntai

28 pav. vaizduoja:

- Gruntus, kurių $C_u < 3$ ir mažiau negu 10 dalelių $\leq 0,002$ mm ir kurių dalelių dydžių pasiskirstymo kreivė yra pilkoje zonoje, kas reiškia, kad nurodyti *Typar*[®] *SF* modeliai jų gerai nesulaikys. Prieš pasirenkant geotekstilę, reikėtų atlikti laboratorinius tyrimus. Jeigu dalelių dydžių pasiskirstymo kreivė kerta šešėlinės zonos, taikykite įprastų filtrų kriterijus.
- Jeigu grunto dalelių dydžių pasiskirstymo kreivė kerta tamsintą keturkampį (dešiniame kampe), pralaidumo kriterijai nepatenkinami. Susidaręs vandens spaudimas gali sukelti struktūrinių problemų.



28 pav. Ypatingi gruntai reikalaujantys ypatingo dėmesio parenkant *Typar*[®] *SF*.

4.4.4. Komentarai ir papildomi pasirinkimo kriterijai

Laboratoriniai tyrimai ir praktinė patirtis parodė, kad *Typar*[®] *SF* rūšys, kurių poros yra didesnės už tų, kurias nurodo aukščiau paminėti filtrų kriterijai, buvo sėkmingai eksploatuojamos ilgą laiką tarp labai smulkiuose gruntuose^{IV}. Atsižvelgiant į instaliavimo sąlygas (išpylimo aukštį, užpildo tipą, sutankinimą), rekomenduojama naudoti sunkesnes ir stipresnes *Typar*[®] *SF* rūšis, negu reikia pralaidumui ir yra numatyta reikalavimuose filtrams. Daugiau informacijos rasite 9 lentelėje.

Pritaikymas	Rekomenduojami <i>Typar</i> [®] <i>SF</i>
Žemės ūkio drenažas	SF20 arba SF27
Drenažo sistemos su užpildu d < 20mm	SF32
Drenažo sistemos su užpildu d > 20mm	SF37 arba aukšt.

9 lent. Rekomenduojami *Typar*[®] *SF* įvairiems atvejams.

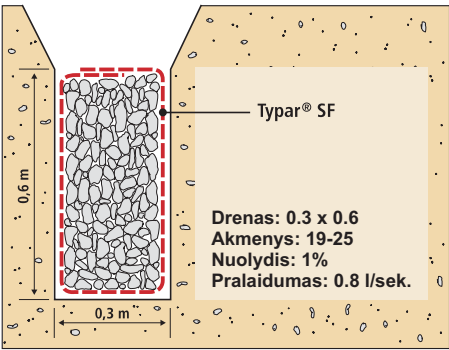
4.5. Tipiškos drenažo sistemos

4.5.1. Prancūziškos drenos

Typar® SF dažnai naudojamos statybose kartu su prancūziškomis drenomis, kur *Typar® SF* atlieka filtro vaidmenį ir palaiko užpildo drenažo pajėgumą. Akmenukais užpildytos drenos ištekėjimo apimtis yra proporcinga tiek skerspjūviui, tiek nuolydžiui.

Užpildo dydis [mm]	Drenažo nuolydis [%]	Dreno pralaidumas Q [l/sek.]				
		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

10 lent. Prancūziško drenažo pralaidumas.



29 pav. Prancūziško drenažo pavyzdys.

4.5.2. Peties drena

Kelio sankasos peties drena turėtų greitai išleisti prasisunkusį vandenį, kad būtų užkirstas kelias pagrindo posluoksnio ardymui (žr. 30 pav.)

W = kelias + slenksčio plotis

L = drenos pjūvio ilgis tarp galų [m]

I = drenos nuolydis [%]

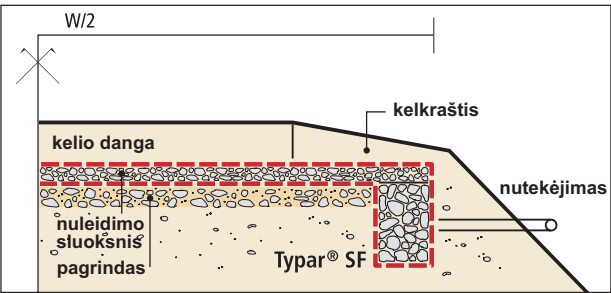
R = maksimalus kritulių kiekis [m/sek.]

P_R = kritulių prasiskverbimas

Ištekėjimo pajėgumas Q yra:

$Q = 10^3 \cdot L \cdot W \cdot R \cdot P_R$ [l/sek.]

Reikalingos drenos pjūvis, remiantis 10 lentele, atrodytų taip:



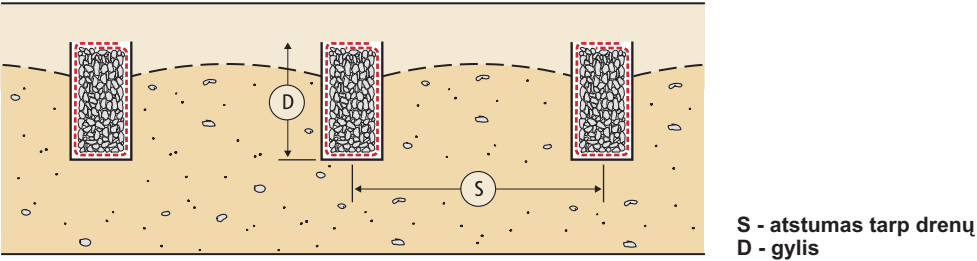
30 pav. Išilginio kelio drenažo pjūvis.

4.5.3. Zonos drenažas

Tokiomis sąlygomis, kur dėl kritulių pertekliaus įmirksta paviršius, atstumą tarp drenų, siekiant nuleisti žemyn gruntinį vandenį, galėsite nustatyti pagal 11 lentelę. Darant prielaidą, kad kiekviena drena turės pašalinti tiek nubėgimo vandenį, tiek prasisunkusį vandenį, ištekejimas Q bus lygus:

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

kur L - drenos atkarpos ilgis tarp galų [m], R - maksimalus kritulių kiekis [m/sek.]



31 pav. Lauko drenažo pjūvis.

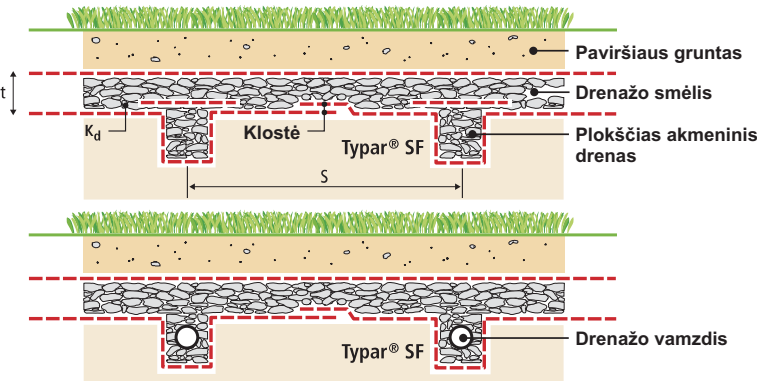
Tuomet reikalingą drenos pjūvį nustatysite pagal 10 lentelę, esančią 33 psl.

Grunto tipas	Pralaidumas k [m/sek.]	Atstumas tarp drenų S [m] [vairiems griovių gyliams]		
		D = 1.0m	D = 1.3m	D = 1.6m
Organinės sąnašos	3.0 x 10-7	5m	6m	8m
Dumblas	5.0 x 10-6	18m	25m	30m
Smėlėtas dumblas	3.0 x 10-5	47m	62m	77m
Dumblinas smėlis	7.0 x 10-5	67m	88m	109m

11 lent. Būtinasis atstumas tarp drenų.

4.5.4. Dangos drenos

Sporto aikštelės yra tipinis dangos drenų panaudojimo pavyzdys, kadangi čia paviršinis vandens nuvedimas yra neleistinas. Drenažo danga įrengiama po dirvos ir augmenijos paviršiumi, kad vanduo galėtų greitai nutekėti šalin. Drenažo danga įrengiama tarp dviejų Typar® SF sluoksnių, kurie tarnauja kaip filtras nuo uždumblėjimo. Jeigu instaliuojate ir skalda užpildytą drenažą, ir smėlio dangos drenažą, tarp abiejų skirtingų dirvos sluoksnių reikia įterpti papildomą Typar® SF sluoksnį, kad būtų išvengta užsiteršimo.



Dangos drenos storis t arba būtinasis dangos pralaidumas k_d yra apskaičiuojamas taip:

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

- t = storis [m]
- s = tarpas tarp drenų [m]
- K_d = drenažo medžiagos pralaidumas [m/s]
- R = maksimalus kritulių kiekis [m/s]

32 pav. Dviejų skirtingų drenų su Typar® SF pjūvis.

4.5.5. Sudėtinis drenažas

Pastaraisiais metais geosintetikų rinkoje pasirodė nauja drenažo medžiagos rūšis, kuri sparčiai plinta statybose. Tai sudėtinio drenažo produktai.

Sudėtinį drenažo produktą sudaro kietas sintetinis branduolys, apsuptas arba įvyniotas į geotekstilinį filtrą. Branduoliai dažniausiai būna atviros, bet nesuspaudžiamos struktūros, kas leidžia laisvai tekėti vandeniui net po instaliavimo. Filtras neleidžia, kad branduolį užkimštų dirva.



33 pav. Sudėtinio drenažo klojimas kelkraštyje.

Produktai gaminami įvairių formų ir dydžių, priklausomai nuo pritaikymo srities specifikos:

Kelių statyboje

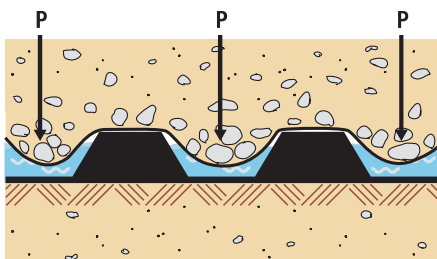
- Kelių drenos: kraštų, dangos, asfalto drenos.
- Atliekų pašalinimas: dujų arba išplauto dirvožemio surinkimas.
- Dangų drenos po sporto aikštelėmis, ...
- Žemės ūkio vamzdinės drenos.
- Vertikalios drenos.

Statybose

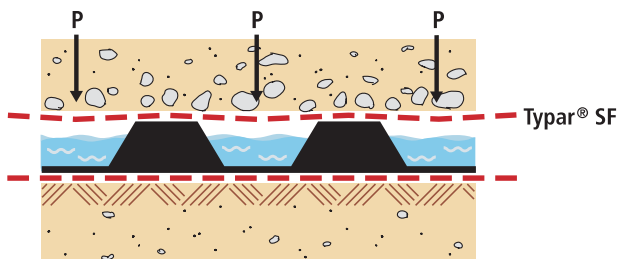
- Lakštinės drenos, skirtos apsaugoti požemines sienas, rūsius, automobilių stovėjimo aikšteles, ...
- Dangos drenos, skirtos terasoms, apželdintiems stogams, balkonams, ...

Sudėtinio drenažo produktai vis labiau išstumia įprastas drenažo sistemas, kurias sudaro užpildas, apgaubtas geotekstile. Paprasta gamyba ir lengvas instaliavimas tai yra lemiamas faktorius, dėl kurio jie yra taupūs įprastų drenų pakaitalas.

Dėl detalesnės informacijos apie šiuos produktus, jų pritaikymą ir parduodamas formas prašome kreiptis į vietinį *Typar® SF* atstovą.



34a pav. Drenažo pralaidumo sumažėjimas išsitempus filtro audiniui.



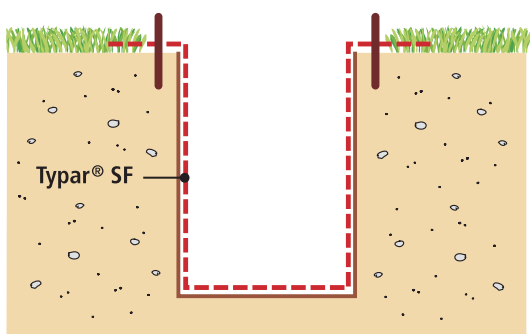
34b pav. Typar® SF puikiai veikia kaip sudėtinio drenažo filtras.

4.6. Įrengimo rekomendacijos

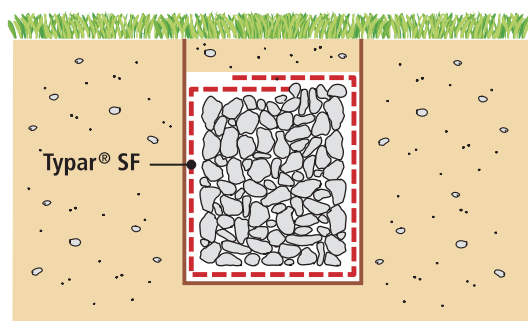
Labai svarbu *Typar® SF* uždengti tuoju pat po išvyniojimo. Lietus gali paplauti smulkias dirvos daleles, kurios džiūdamos ant geotekstilės suformuotų **nepralaidų** dirvos (molio) sluoksnį. Instaliuojant *Typar® SF* įvairiose drenažo sistemose, naudokitės šiomis rekomendacijomis:

4.6.1. Tranšėjos

- Tranšėjos sienelės ir dugnas turi turėti kuo mažiau nelygumų (skylių, šaknų ir pan.).
- Paklokite *Typar® SF* lygiagrečiai su tranšėja ir įtvirtinkite geotekstilės kraštus.
- Nevilkite audeklo per dumblą - ant *Typar® SF* paviršiaus susikaups didelis kiekis smulkių dirvos dalelių, ir susiformuos nepralaidi plėvelė.
- Atsargiai išpilkite drenažo užpildą, žiūrėdami, kad audeklo kraštai nebūtų nutraukti žemyn į tranšėjos dugną.



35 pav. Įtvirtinkite *Typar® SF*, kad pluoštas nenuslystų žemyn ir neužsiterštų drenažo užpildas.



36 pav. Apvyniokite užpildą su *Typar® SF*, kad persiklotų bent per 30 cm.

1

- Tranšėjos užpylimui nenaudokite pernelyg didelių akmenų. Siekiant užtikrinti gerą geotekstilės sąlytį su dirva, užpildo dalelių diametras turi būti iki 2 cm.
- Sutankinkite užpildą ir uždenkite su *Typar® SF*, prieš užpildami tranšėjos viršų.
- *Typar® SF* galus užleiskite mažiausiai 30 cm.

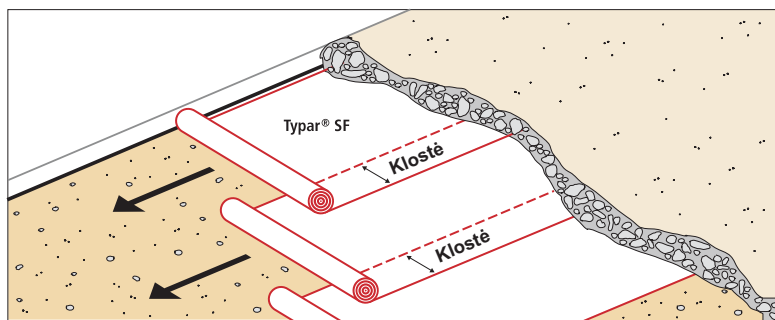
2

3

4.6.2. Dangos drenos

- Užleiskite kraštus mažiausiai 30 cm.
- Iš anksto neišvyniokite pernelyg ilgo *Typar® SF* galo, ypač jeigu vėjuota diena.
- Naudokite gana smulkų užpildą, kad geotekstilė gerai priglustų prie dirvos.

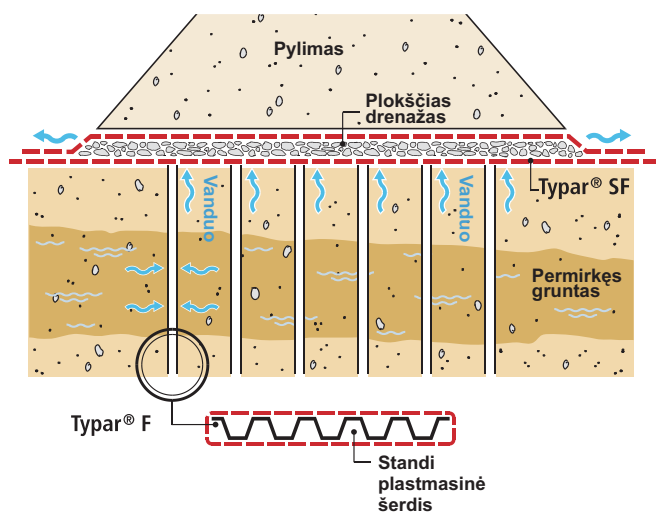
4



37 pav. *Typar® SF* klojimas plokščiam drenažui.

4.6.3. Vertikalios drenos su *Typar*[®] SF

- Siekiant pagreitinti minkštos permirkusios dirvos sukietėjimą, gali prireikti vertikalinių drenų. Instaliuojant vertikalias drenas, naudojant sunkią įrangą, būtina ant *Typar*[®] SF įrengti stambaus užpildo sluoksnį. Tokiu atveju *Typar*[®] SF atliks ir drenažo dangos funkciją.
- Kadangi *Typar*[®] SF yra tiesiamas tarp podirvio ir žvyro sluoksnio, trinties jėgos turėtų pakakti, kad, praduriant vertikalias drenas pramuštuvu, geotekstilė išliktų savo vietoje.
- Dėl detalesnės informacijos apie iš anksto pagamintas vertikalias drenas kreipkitės į *DuPont*.



38 pav.: Greitas vandens ištraukimas iš permirkusio spūdaus grunto vertikaliais drenais.

1

2

3

4

Literatūra

^I selected and most suitable criteria only according to "Das Geotextilhandbuch", SVG Schweizer Verband der Geotextilfachleute, 1999

^{II} "Filter Criteria for Geotextiles", J.P. Giroud, Woodward-Clyde Consultants – Chicago, Ill., USA, Second Int. Conference on Geotextiles, Las Vegas 1982 p.103

^{III} Ground Engineering Applications of Fin Drains for Highways, R.T. Murray and A. McGown, TRL Application Guide No.20, 1992

^{IV} "Synthetic drain envelope-soil interactions", L.S. Willardson, R.E. Walker, Journal of the irrigation and drainage division, Dec 1979, pp 367-373

"The soil retention and waterflow performance of some drain tube filter materials", R.S. Broughton, C. Damant, S. Ami, B. English,

McGill University Quebec, Canada, 3rd National Drainage Symposium, Chicago, Illinois, Dec 1976

"A laboratory test of performance of civil engineering filter fabrics", D.B. 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

^V "Seepage, drainage and flow nets", H.R. Cedergren Wiley & Sons Inc, 1967, John

EROZIJOS KONTROLĖ

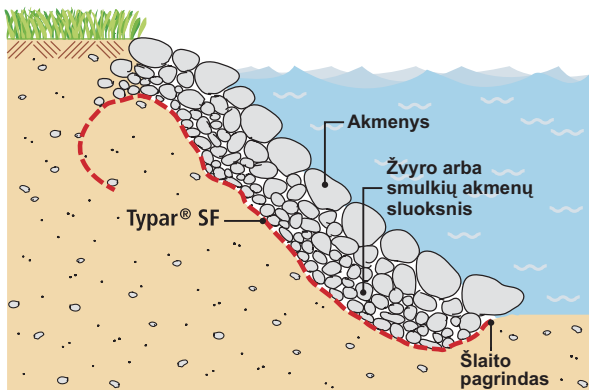
5.1. Įvadas	40
5.2. Funkcijos	40
5.3. Tinkamo Typar [®] SF tipo pasirinkimas	41
5.4. Rekomendacijos įrengimui: erozijos kontrolės sistemos su Typar [®] SF	42

1**2****3****4****5****6****7**

5. EROZIJOS KONTROLĖ

5.1. Įvadas

Erozijos kontrolė tai “geotekstilės arba su geotekstile susijusių gaminių naudojimas, siekiant užkirsti kelią dirvos ar kitokių dalelių judėjimui, pavyzdžiui, šlaito paviršiumi”²³.



39 pav. Typar® SF pritaikymas apsaugai nuo erozijos.

Erozijos procesas yra geologinio ciklo dalis, natūralus reiškinys, kuriame vanduo ir oras yra ypač agresyvūs faktoriai, sukeliantys dirvos eroziją. Erozijos kontrolės sistemos dalis yra geotekstilė, naudojama apsaugoti dirvą nuo erozijos poveikio (jūros kranto sutvirtinimas, upės krantų, dugno apsauga). Priklausomai nuo vandens jėgos (srovės greičio, bangų mūšos, potvynio ir atoslūgio bangų) ir dirvos savybių, šis poveikis gali būti niokojantis (pavyzdžiui, nuošliaužos).

5.2. Funkcijos

Pagrindinė geotekstilės funkcija erozijos kontrolės sistemoje yra pagrindinės medžiagos sulaikymas, nesukuriant nepageidaujamo perteklinio vandens slėgimo. Geotekstilė pakeičia įprastus geros kokybės filtrus. Ji įterpiama tarp dirvos, kuri turi būti sulaikoma, ir akmeninės apsaugos dangos ar betoninių plokščių sutvirtinimų, apsaugančių geotekstilinį filtrą. Audeklo tam tikro dydžio angelės sulaiko dirvą ir taip išvengiama šlaito erozijos. Geotekstilė turi atitikti stiprumo reikalavimus.

Typar® SF yra idealus filtras erozijos kontrolei ir yra naudojamas vietoj daugiafazių užpildo filtrų, nes:

- stipri, homogeniška ir glausta struktūra daug efektyviau sugeria bei išsklaido priešakinę vandens jėgą, tuo būdu atlaikydama irimą;
- pralaidumo charakteristikos leidžia praeiti vandeniui, o dirvos dalelės yra sulaikomos, neleidžiant per ilgą laiką susiformuoti hidrostatiniam slėgiui;
- šio geotekstilės audeklo struktūra yra kokybiškesnė ir vienodesnė negu užpildų;
- *Typar® SF* geotekstilė daug efektyviau apsaugo struktūrą nuo paplovimo ir grunto išplovimo.

5.3. Tinkamo *Typar*[®] *SF* tipo pasirinkimas

Projektuojamas drenažo sistemą, inžinierius turi apsvarstyti tokius svarbius elementus kaip topografija, vandens lygis, dirvos sudėtis ir drenų bei filtro, kurie bus naudojami, charakteristikos. Renkantis geotekstilės filtrą, reikia atsižvelgti tiek į filtro, tiek į energijos absorbavimo kriterijus.

5.3.1. Filtro kriterijai

Geotekstilė, naudojama erozijos kontrolės sistemoje, turi atitikti filtro kriterijus dinamiškos apkrovos sąlygomis (grįžtamasis srautas), t.y., patenkinant pralaidumo reikalavimus, maksimalus geotekstilės angelių dydis (O_{90}) turi būti kuo mažesnis. Pavyzdžiui, rupios dirvos atveju ($D_{40} \geq 0,06 \text{ mm}^{24}$), reikia atsižvelgti į:

$$O_{90} \leq D_{60} \text{ ir } O_{90} \leq 1,5 * D_{10} * \sqrt{C_u}$$

Atsižvelgiant į pralaidumą, reikia apsvarstyti šiuos aspektus:

- **Podirvio ir *Typar*[®] *SF* sąlyčio sąlygos.** Erozijos kontrolės atveju geotekstilė gali netvirtai susijungti su podirviu, nes dėl grįžtamojo vandens srauto susidaro geotekstilės išpūtimo efektas. Podirvis, esantis po geotekstile, suskystėja, dėl ko išyra natūralus filtro sluoksnis. Tačiau glaudų audeklo sąlytį su dirva galima pasiekti, naudojant smulkų žvyrą (dalelių dydis - ne daugiau kaip 50-100 mm).
- **Viršutinio sluoksnio poveikis pralaidumui.** *Typar*[®] *SF* pralaidumas yra pritaikomas prie podirvio. Tačiau gali pasitaikyti situacijų, kai priderinimą yra būtina atlikti pagal viršutinį sluoksnį. Pavyzdžiui, jeigu tiesiai ant geotekstilės dedami betono blokai ir tarp šių blokų ir *Typar*[®] *SF* lieka minimalus tarpas, geotekstilės pralaidumas išlieka toks pat, tačiau negali būti panaudojamas visu paviršiumi. Vanduo iš podirvio pirmiausiai turi būti nukreipiamas tiesiogiai į ertmes tarp blokų. Efektyvus pralaidumo plotas sumažėja. Norint panaikinti šį efektą ir suteikti papildomą apsaugą nuo instaliavimo pažeidimų, tarp geotekstilės ir betono blokų įterpiamas žvyro arba smėlio sluoksnis. Be to, taip geotekstilę apsaugosite nuo galimo UV spindulių poveikio.

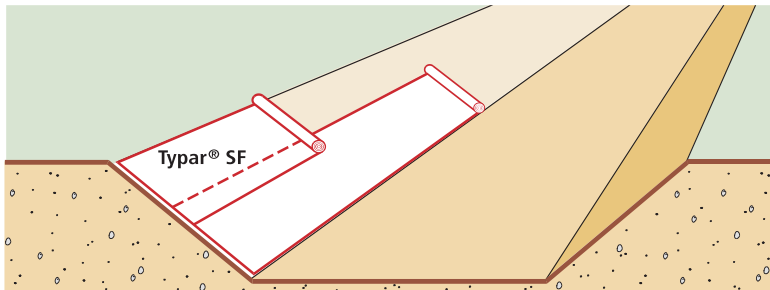
5.3.2. Energijos kriterijai

Įrengiant erozijos kontrolės sistemą, ant geotekstilės gali būti verčiami akmenys. Šiuo atveju reikia pasirinkti tokį *Typar*[®] *SF*, kuris turėtų didelį energijos absorbavimo potencialą, pavyzdžiui 3 energijos lygmens geotekstilę (žr. 22 pav., 6 lentelę).

Kai gruntas vietomis deformuojasi, o gretimose vietose lieka nepakitęs, geotekstilę gali veikti didelė vietinė tempimo jėgos deformacija. Tokia vietinė deformacija gali susidaryti dėl dviejų priežasčių: nelygaus slūgimo ir medžiagos judėjimo po *Typar*[®] *SF*. Skirtingą slūgimą sąlygoja nevienoda podirvio atraminė galia, apkrovos skirtumai, suminkštėjimas ir plastinės deformacijos. Aukštas pradinis modulis stabilizuoja po apačia esantį gruntą bei sumažina nevienodą slūgimą. Medžiagos judėjimą po geotekstile gali sąlygoti kasinėjimai ties jos pakraščiu arba pažeidimai dėl susidėvėjimo. Tokių nepalankių instaliavimo sąlygų atlaikymui ir potencialių pažeidimų minimizavimui geriausiai tinka geotekstilė su aukštu energijos absorbavimo potencialu.

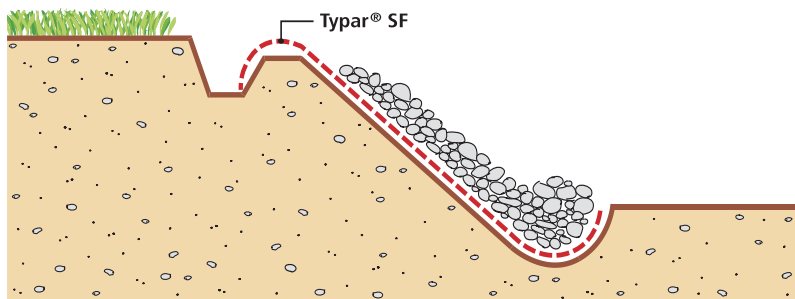
5.4. Rekomendacijos įrengimui: Erozijos kontrolės sistemos su *Typar® SF*

- Jeigu įmanoma, šlaitui padarykite nuolydį ir jį sutankinkite.
- Jeigu šlaito plotis yra mažesnis negu 8 m, *Typar® SF* pirmiausiai išvyniokite per pusę žemesnės šlaito dalies, o tada *Typar® SF* užtieskite ant viršutinės šlaito dalies, užleidami 0,5 - 1 m.



40 pav. *Typar® SF* iš pradžių išvyniojamas šlaito apačioje, o po to viršuje.

- Jeigu šlaito plotis didesnis kaip 8 m, *Typar® SF* tieskite visu plokščiui nuo šlaito viršaus iki apačios. Vandens srauto kryptimi padarykite užleidimą.
- Šlaito viršuje ir papėdėje iškaskite griovius *Typar® SF* įtvirtinimui. Papėdė yra struktūros pamatas, ir į jį turi būti kreipiamas ypatingas dėmesys, siekiant užkirsti kelią paplovimui (žr. 41 pav.).
- Klojant akmeninę apsaugos dangą arba gabionus, pradėkite nuo papėdės ir šlaitą apdorokite taip, kad neįvyktų nuošliaužų. Akmeninę apsaugos dangą klokite lygiai, ant *Typar® SF* geotekstilės nemeskite akmenų iš didelio aukščio.
- Kad audeklas gerai priglustų prie dirvos, pirmiausia ant *Typar® SF* užberkite sluoksnį pagrindo medžiagos (žvyro). Šis sluoksnis padės išvengti geotekstilės pradūrimo sunkiais akmenimis.
- Šlaito viršuje geotekstilę įtvirtinkite griovyje, panaudodami dirvožemį ir augmeniją. Toks giluminis įtvirtinimo metodas neleis dideliems paviršiaus vandens kiekiams patekti po geotekstilę ir atkelti visą struktūrą.

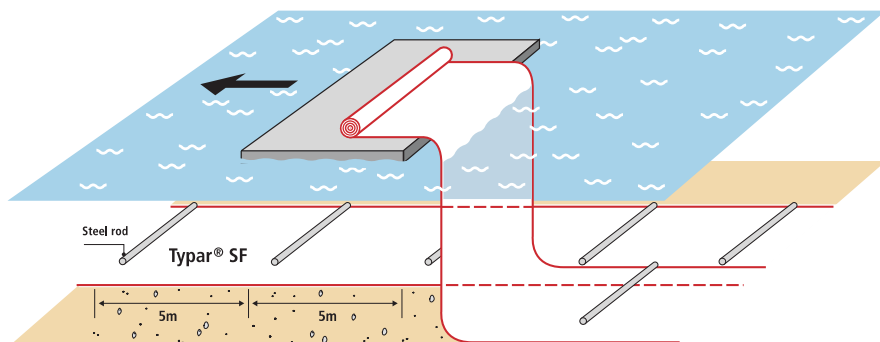


41 pav. *Typar® SF* įtvirtinimas šlaito viršuje

Hidraulinis pritaikymas:

Typar® SF instaliuojant po vandeniu, audeklas plūduriuos jo paviršiuje, kadangi polipropileno tankis yra mažesnis negu vandens (0,91). Siekiant prilaikyti geotekstilę jos vietoje, ant jos turi būti beriamas smėlio arba žvyro sluoksnis, tuoj pat paskui klojimo mašiną.

Greitam ir nuosekliam instaliavimui panaudokite plieninius strypus (paprastai naudojami 6 mm skersmens armatūros strypai), kuriuos išdėstykite kas 5 metrai. Strypai audeklą išlaikys ant plokštumos, suteikiant sąlygas atlikti užleidimą (nereikalingi narai; mažesnis užleidimas išlaidų sumažinimas).



42 pav. Plieniniai strypai prilaiko Typar® SF geotekstilę ir leidžia ją kloti po vandeniu.

1

2

3

4

5

PASIŪLYMAI PRITAIKYMUI

	Druskingo vandens kapiliarinio kilimo kontroliavimas	45
	Apželdinti stogai	45
	Augmenijos drėkinimas palei kelius	46
	Pėsčiųjų takeliai iš betoninių plokščių arba grindinio akmenų	46
	Pamatų drenažas	46
	Pastatų pagrindų drenažas	46
	Kapiliarinė užtvara pastato sienoms	47
	Individualių namų kanalizacijos sistema	47
	Vamzdžiai ant minkštos dirvos	47
	Dirbtiniai paplūdimiai ežerų pakrantėse	48
	Linijinė apsauga	48
1	Geležinkeliai: naujos ir atnaujintos linijos	48
	Drenažas, naudojamas žemės ūkyje	49
2	Molai ir prieplaukos, įrengiami ant minkšto jūros dugno	49
	Žemių įsisavinimas, naudojant hidraulinį užpilą	49
3		
4		
5		
6		
7		

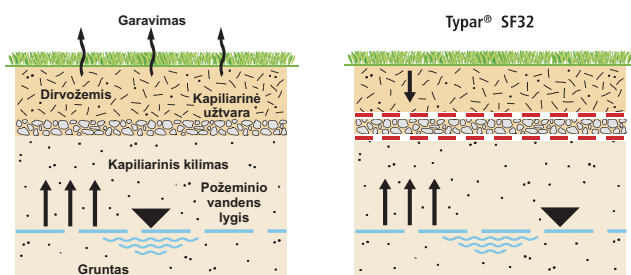
6. PASIŪLYMAI PRITAIKYMOI

Be dažniausio pritaikymo tiesiant kelius, įrengiant drenažą ir erozijos kontrolės sistemas, geotekstilė yra plačiai naudojama ir kitose srityse:

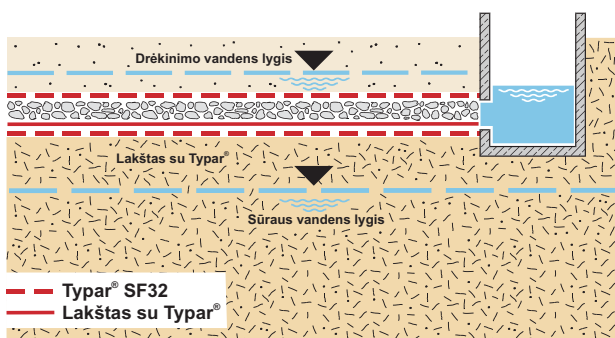
- dengiant stogus;
- formuojant landšaftą;
- įrengiant pamatus;
- tiesiant pėsčiųjų takelius ir kt.

Toliau pateiktos *Typar® SF* pritaikymo sričių iliustracijos.

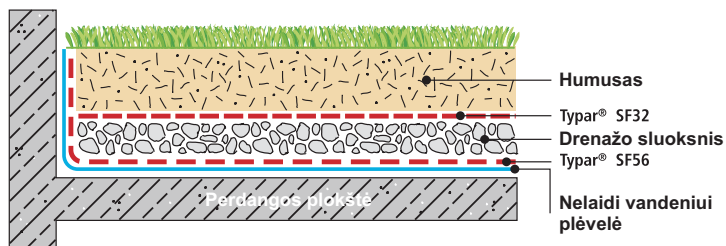
Druskingo vandens kapiliarinio kilimo kontroliavimas



- Sausringose šalyse intensyvus paviršiaus garavimas sukelia apačioje esančio druskingo vandens kapiliarinį kilimą į derlingą dirvą, padarant žalą augmenijai.
- Instaliavus grūdėtą kapiliarų užtvaramą, bus užkertamas kelias kapiliarinių druskų kilimui į viršų. Tačiau derlingos dirvos nuplovimas galiausiai užpildys grūdėtąją medžiagą ir vėl susidarys palankios sąlygos kapiliariniam procesui.
- *Typar® SF* filtras apsaugo nuo dirvos nuplovimo.
- Veiksmingas atskyrimas su *Typar® SF* leidžia įterpti plonesnį kapiliarinio blokavimo sluoksnį.
- Kapiliarinės užtvaros sluoksnio dugne paklojamas vandeniui nepralaidus HDPE lakštas dengtas *Typar® SF*. Jis sulaiko drėkinimo vandenį ir suteikia sąlygas jam praeiti per grūdėtąjį sluoksnį, tokiu būdu sumažinant garavimo sukeltus nuostolius ir skatinant giluminių šaknų augimą.
- Šią sistemą galima naudoti ir įprastomis sąlygomis, kur grūdėtasis sluoksnis tiesiog atlieka drenažo arba drėkinamojo sluoksnio funkciją.

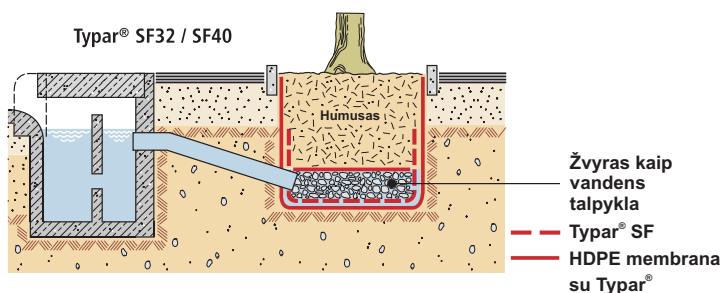


Apželdinti stogai



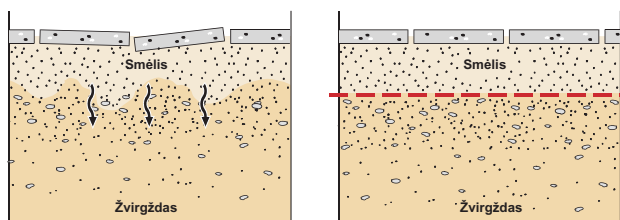
- Viršutinis *Typar® SF* sluoksnis užkerta kelią juodžemio nuplovimui žemyn į drenažo sluoksnį.
- Apatinis *Typar® SF* sluoksnis apsaugo vandenį nepralaidžią plėvelę nuo pradūrimų, be to, geotekstilė atlieka šaknų barjero vaidmenį.

Augmenijos drėkinimas palei kelius



- Perteklinis lietaus vanduo gali būti panaudojamas augalų drėkinimui.
- Jei dirva pernelyg porėta, galima naudoti HDPE membraną su *Typar® SF*, kuri neleis vandeniui taip greitai susigerti.
- *Typar® SF* apsaugo nuo juodžemio nuplovimo.

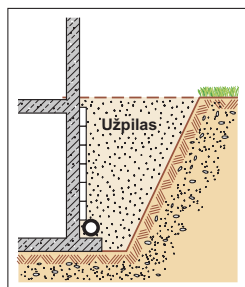
Pėsčiųjų takeliai iš betoninių plokščių arba grindinio akmenų



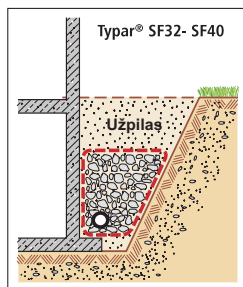
- *Typar® SF* neleidžia išplauti smėlį, naudojamą grindinio akmenų ar betoninių plokščių sudėjimui.
- *Typar® SF* iki minimumo sumažina plokščių nusėdimą.

Pamatų drenažas

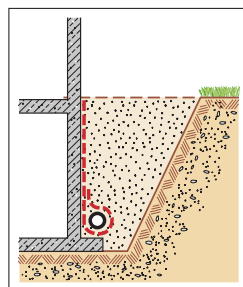
- Drenažo sistemos, kuriose naudojama *Typar® SF* geotekstilė, yra lengviau ir greičiau įrengiamos. *Typar® SF* neleidžia nusėsti drenažo vamzdžiui ir garantuoja efektyvų sistemos funkcionavimą.



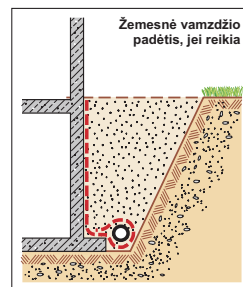
Įprastinis



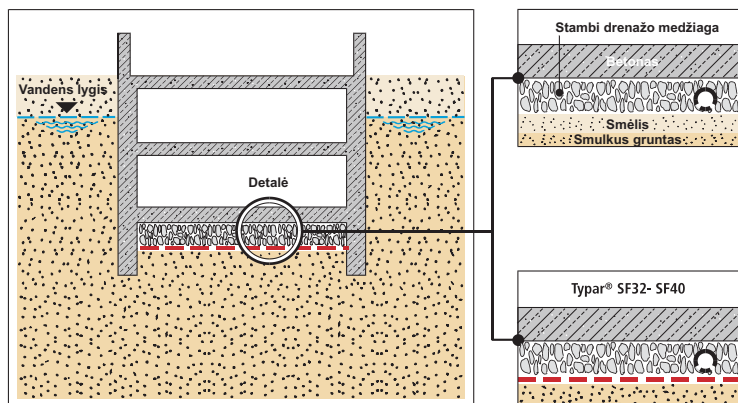
Typar® ir žvyras



Typar® geotekstilė sujungta su hidroiziaciniu lakštu (sudėtinis drenažas).



Pastatų pagrindų drenažas



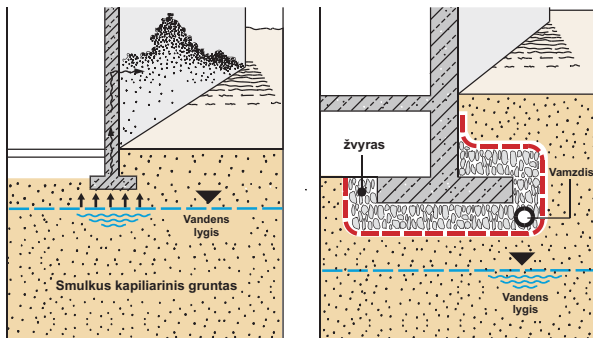
Standartinis sprendimas:

- kelių lygmenų grūdėtasis filtras;
- egzistuoja rizika, kad nusės drenažas;
- sunkus ir netolygus įrengimas drėgnomis sąlygomis, rizikuojant užkimšti filtrą.

Sprendimas, panaudojant *Typar® SF*:

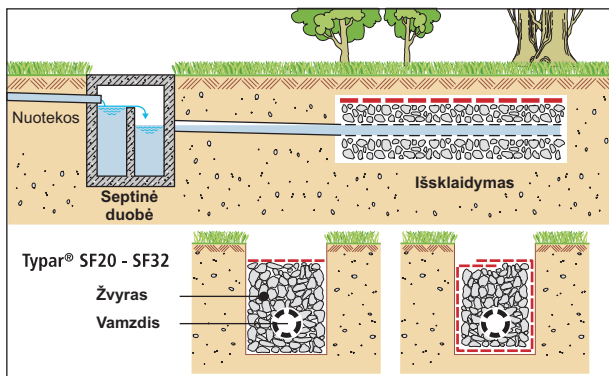
- lengva įrengti;
- neleidžia užsiteršti drenažo sluoksniui;
- pakankamai porėtas užpildas.

Kapiliarinė užtvara pastato sienoms



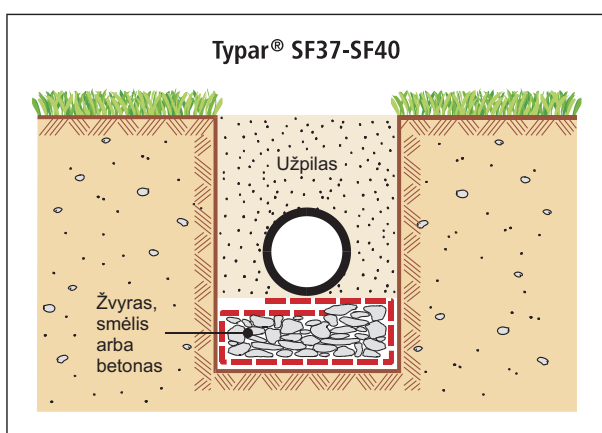
- Ten, kur dirvos dalelės smulkios, gruntinis vanduo dėl kapiliarinio efekto kyla į pastato sienas. Sienos sudrėksta, o apdailos kokybė pablogėja.
- Kapiliarinę užtvaramą suteiks stambaus žvyro sluoksnis.
- *Typar® SF* apsaugo šią kapiliarinę užtvaramą nuo užteršimo smulkiomis dirvos dalelėmis.

Individualių namų kanalizacijos sistema



- *Typar® SF* apsaugo žvyro sluoksnį, nuo užsikimšimo aplinkos dirvožemiu, sudarant sąlygas veiksmingai biologinei transformacijai per gerai ventiliuojamą žvyro sluoksnį.

Vamzdžiai ant minkštos dirvos



- *Typar® SF* suteikia sąlygas švariai įrengti medžiagos, kuri atlieka vamzdžio atramos funkciją, sluoksnį.
- Galima išgauti geresnį sutankinimą.
- *Typar® SF* iki minimumo sumažina netolygų nusėdimą.

1

2

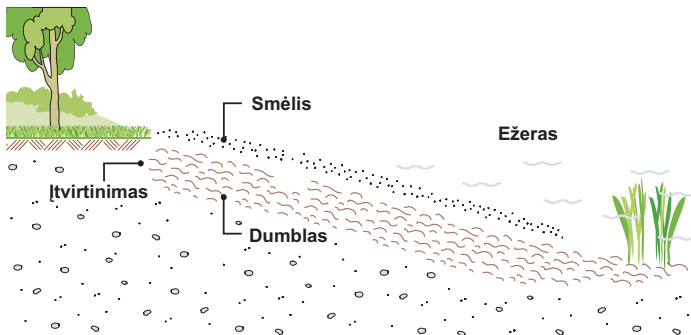
3

4

5

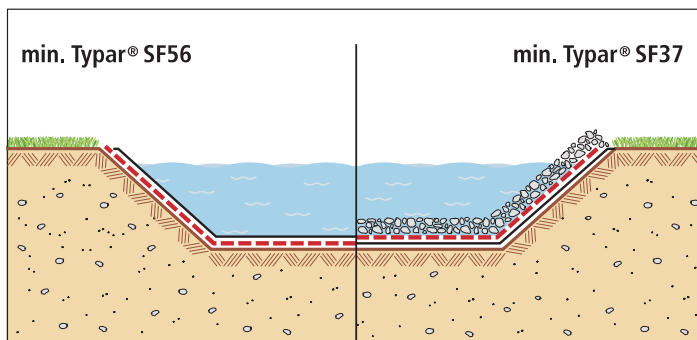
6

Dirbtiniai paplūdimiai ežerų pakrantėse



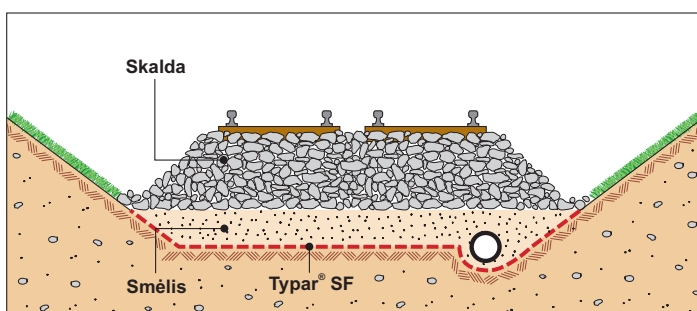
- *Typar® SF* neleidžia smėliui nugrimzti į dumblėtą ežero krantą.
- *Typar® SF* lengva įrengti.
- Šiaurės šalyse *Typar® SF* ir smėlį galima pakloti ant užšalusio ežero paviršiaus. Ledui tirpstant, šie sluoksniai nusės ant dugno.
- *Typar® SF* neleidžia augti dumbliams.

Linijinė apsauga



- *Typar® SF* tarp tvėnkinio linijinio ir atraminio dirvos sluoksnių > SF56 (mažiausiai).
- *Typar® SF* tarp tvėnkinio linijų ir apsauginio smėlio sluoksnio > SF37.
- *Typar® SF* apsaugo nuo pradūrimų.

Geležinkeliai: naujos ir atnaujinamos linijos



- *Typar® SF* neleidžia užteršti skaldą. Toks užteršimas vyksta dėl "pumpavimo efekto", esant dinamiškoms apkrovoms.
- Geotekstilė pagerina sutankinimą ir taupo užpildą.
- *Typar® SF* sulaiko dirvos daleles ir neužsikemša.
- Garantuoja ilgesnį eksploataavimo laiką.

1

2

3

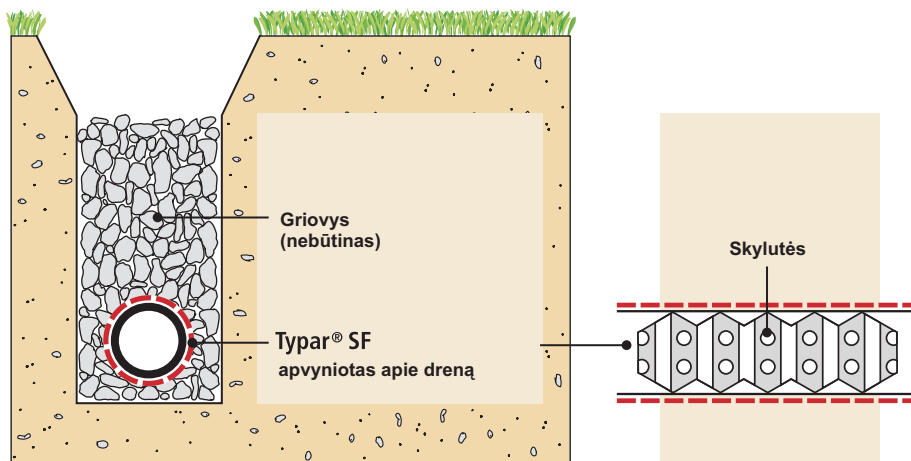
4

5

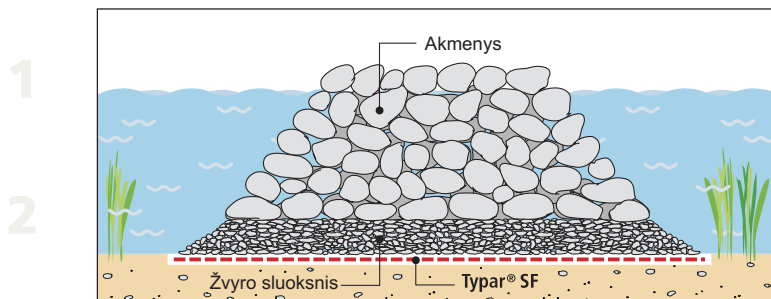
6

Drenažas, naudojamas žemės ūkyje

- Gofruotas vamzdis, įvyniotas į *Typar® SF*, gali būti dedamas į podirvio sluoksnį, iškasus tranšėją arba be jos.
- Gofruoto vamzdžio drenavimo paviršius padidėja 90 kartų.
- Įvyniotos drenos poveikio zona išsiplečia.
- Galima padidinti tarpus tarp drenų.
- *Typar® SF* patvarumas neleidžia pluoštui patekti į vamzdžio raukšles.

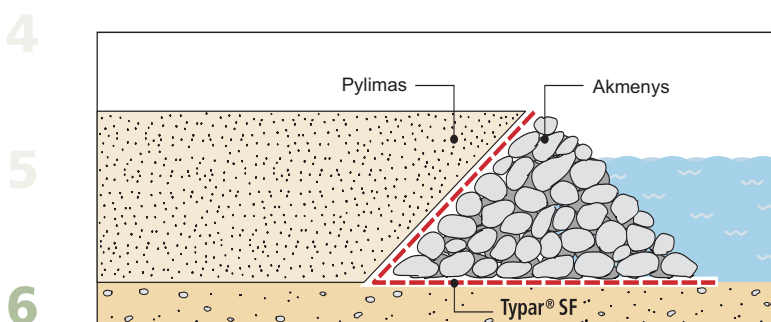


Molai ir prieplaukos, įrengiami ant minkšto jūros dugno



- *Typar® SF* geotekstilės atskiriamasis sluoksnis neleidžia akmeninei dangai sugrimzti į minkštą dugną.
- *Typar® SF* sluoksnis turi būti apsaugotas, naudojant smulkesnių akmenų sluoksnį.

Žemės įsisavinimas, naudojant hidraulinį užpildą



- Naudojant *Typar® SF* geotekstilę kaip atskyrimo ir filtravimo sluoksnį, išvengiama hidraulinio užpildo pratekėjimo
- Naudojant *Typar® SF*, išvengiama brangaus ir sunkiai instaliuojamo filtravimo sluoksnio.

PRIEDAS

7.1. Standartiniai bandymų metodai	51
7.2. Hidraulinės charakteristikos	53
7.3. Energijos absorbuojamumas	53
7.4. Savybių palyginimas	54
7.5. Žaliavos	54
7.6. Patvarumas	55
7.7. Atsparumas temperatūrai	57
7.8. Sujungimo metodai	57
7.9. Naudingi duomenys	59
7.10. Specifikacijos tekstas	63

1**2****3****4****5****6****7**

7. PRIEDAS

7.1. Standartiniai bandymų metodai

Kadangi geotekstilė iš pradžių buvo sukurta tekstilės pramonėje, šio audeklo savybės pradžioje buvo tikrinamos standartiniais bandymų metodais, taikomais tekstilei. Tačiau greitai paaiškėjo, kad šios savybės ir standartai ne itin gerai tiko tokioms geotekstilės pritaikymo sritims kaip filtravimas ir atskyrimas.

Įvairių šalių institutai sukūrė naują bandymų įrangą ir metodus, kurie buvo tinkamesni geotekstilės panaudojimui. Tačiau tapo sunkiau palyginti įvairius gaminius iš skirtingų šalių. Pastaraisiais metais Europos standartiniai bandymai sukūrė bendrą pagrindą (žr. 7.1.1-7.1.3) ir yra taikomi net tik Europos Sąjungos šalyse jie yra patvirtinti visoje Europoje, be to, juos perėmė ir ISO (Tarptautinė standartų organizacija).

Bandymai, aprašyti žemiau, yra vadinami rodikliniais bandymais. Rodikliniai bandymai leidžia palyginti skirtingus gaminius, naudojant tą patį bandymo standartą. Tačiau rodikliniai bandymai neteikia informacijos apie geotekstilės sąveiką su dirva. Jie išryškina tik vieną geotekstilės savybių pusę. O eksploataciniai bandymai atskleidžia geotekstilės eksploatacines savybes specifinėmis vietovės sąlygomis nurodytai pritaikymo sričiai. Bandymai nebūtinai turi būti atliekami natūraliomis lauko sąlygomis, juos galima atlikti ir laboratorijoje.

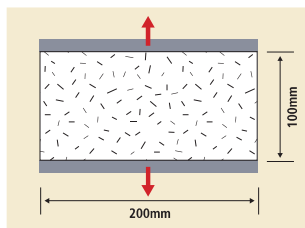
7.1.1. Aprašomosios savybės

Jos apibūdina ne geotekstilės eksploatacines savybes, o paprasčiausiai fizines savybes.

Masė vienam ploto vienetui (EN 965). Tai žinomo dydžio (per visą bandinio plotį ir ilgį) bandinio svoris.

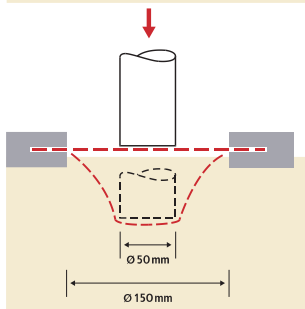
Storis prie tam tikro slėgimo (EN 964-1). Geotekstilės storis yra nustatomas prie slėgimo nuo 2 kPa iki 200 kPa, kuris veikia geotekstilę eksploataavimo metu.

7.1.2. Mechaninės savybės



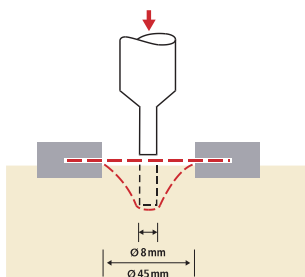
Didelio pločio tempimo bandymas (EN ISO 10319)

Bandymas atliekamas su visų rūšių tekstile ir geotinkleliais. Paimamas 200 mm pločio ir 100 mm ilgio bandinys ir jis veikiamas išilgine jėga iki nutrūkimo, tuo metu matuojant maksimalią tempimo stiprumo ribą, pailgėjimą (tąsumą) ir energijos absorbavimą. Šis bandymas panašus į ASTM D4595. Nuo kitų metodų (DIN 53857, ASTM D1682) jis skiriasi bandinio pločiu arba įtempimo laipsniu.



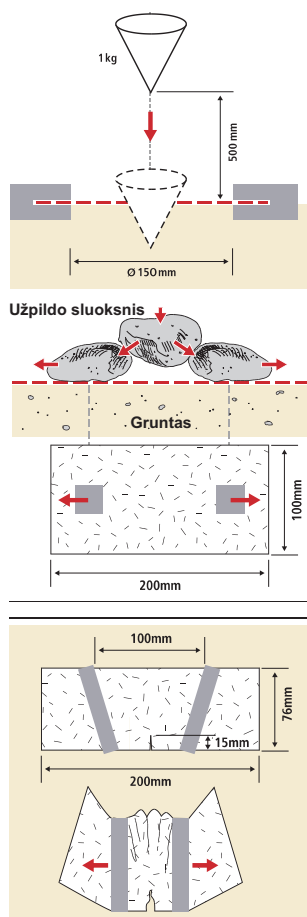
Statinio pradūrimo bandymas (CBR) (EN ISO 12236)

Vienodu laipsniu į bandinio, įvirtinto tarp dviejų plieninių žiedų, centrą spaudžiamas plieninis plunžeris (50 mm skersmens). Matuojama maksimali perdūrimo jėga ir išstūmimas, esant maksimaliai jėgai. Šis bandymas yra panašus į ASTM D6241.



Atsparumas pradūrimui (US strypu) (ASTM D4833)

Šis bandymas panašus į statinio pradūrimo bandymą (CBR), tik čia naudojamas kitoks plunžeris (Ø8 mm), o bandinys yra mažesnis. Tačiau Koerner'is rekomenduoja CBR bandymą, kadangi jis duoda nuoseklesnius rezultatus¹.



Dinamiško pradūrimo bandymas (bandymas numetant kūgį) (EN 918)

Iš 50 cm aukščio ant pritvirtinto geotekstilės bandinio centro numetamas plieninis kūgis. Pradūrimo laipsnis matuojamas pagal skylės diametrą. Atsparumas sugriežimui (ASTM D4632) toks pat.

Atsparumas suspaudimui - įplėšimui (ASTM D4533) - toks pat.

Tekstilės pluošto atsparumas hidrauliniams trūkimui (Mulleno trūkimo bandymas) (ASTM D3786)

Bandymo metu naudojama pripučiama guminė membrana, kuri geotekstilę deformuoja iki 30 mm skersmens pusrutulio formos, kol ji plyšta. Šio bandymo rezultatai labai skiriasi, turint omenyje mažus mėginius ir įvairias bandymo procedūras. Po paskutinio AASHTO peržiūrėjimo 2000 m. ši savybė buvo pašalinta iš mechaninių savybių sąrašo, susijusio su instaliavimo reikalavimais

7.1.3. Hidraulinės savybės

Tipiškas angelių dydis (EN ISO 12956)

Per viengubą geotekstilės bandinio sluoksnį su vandeniu perfiltruojama nustatyto dydžio grūdelių medžiaga ir taip nustatomas dalelių dydžio pasiskirstymas. $O_{90, wet}$ yra tipiškas geotekstilės angelių dydis, nustatomas pagal dalelių dydžio pasiskirstymą.

Matomų angelių dydis (ASTM D4751)

Šis bandymo metodas apima matomų geotekstilės angelių nustatymą ($AOS = O_{95}$), per audeklą filtruojant stiklinius rutuliukus. Geotekstilės audinys uždedamas ant sijojimo rėmo ir ant jo paviršiaus užpilami stikliniai rutuliukai. Rėmas su geotekstile vibruojamas, kad rutuliukai praeitų per audeklą. Procedūra kartojama su įvairaus dydžio rutuliukais, kol pagal dalelių dydžio pasiskirstymą nustatomas matomų angelių dydis ($O_{95(dry)}$).

Srauto greitis (BS 6906-3)

Į viengubą geotekstilės audeklo plokštumą statmenai nukreipiamas 10 cm hidrostatinio slėgio vandens srautas ir matuojamas nurodytomis sąlygomis [$l/(s \cdot m^2)$]. Pastaba: šį bandymą pakeitė EN ISO 11058.

Pralaidumas (greičio indeksas) (EN 11058)

Pastovaus hidrostatinio slėgio metodas: į viengubą geotekstilės audeklo mėginį (statmenai į plokštumą) nukreipiamas netiesioginis vandens srautas, esant pastoviam hidrostatiniam slėgiui. Krantinčio hidrostatinio slėgio metodas: toks pat kaip ir pastovaus slėgio metodas, tik su krantinčiu vandens slėgiu. Gaunamas greičio indeksas V_{H50} (mm/s), atitinkantis 50 mm slėgio kritimą, perėjus per bandinį, ir skvarba (s^{-1}) (konversija $V_{H50}/50 \text{ mm} = (l/m^2 \cdot s)/mm = m/s$). Bandymas buvo pristatytas 1999 m. ir nuo tada yra dažnai painiojamas su pralaidumo koeficientu k , kadangi sutampa matavimo vienetai m/s . Tačiau greičio indeksas yra srauto greitis ($m/s = l/m^2 \cdot s$).

Pralaidumas esant apkrovai (E-DIN 60500-4)

Pralaidumo koeficientas k statmenai į plokštumą yra matuojamas, esant pastoviam hidrostatiniam vandens slėgiui, kai hidraulinis nuolydis $i=1$, ir taikant įvairias apkrovas. Šis bandymas yra ypač naudingas tuomet, kai reikia palyginti skirtingo storio geotekstilės audinius, kadangi hidraulinis nuolydis yra fiksuotas ties $i=1$.

7.2. Hidraulinės charakteristikos

- Pralaidumas k (m/s) apibūdina vandens srautą statmenai į plokštumą ir matuojamas skvarbos matuokliu su vandeniu, iš kurio pašalintos druskos ir kuriam atlikta deaeracija. Srauto greičio Q ir hidraulinio nuolydžio i išmatavimas leidžia apskaičiuoti pralaidumo vandeniui koeficientą: $k = Q/i$ prie pastovaus laminarinio tekėjimo ($i < 3$). Hidraulinis nuolydis i - tai hidraulinio slėgio kritimas dh , padalintas iš dirvos storio: $i = dh/t_g$.

Geotekstilės atveju ši formulė yra adaptuojama, naudojant geotekstilės storį t_g : $i = dh/t_g$. Čia turi būti naudojamas hidraulinis nuolydis $i = 1$, tuo būdu pašalinant geotekstilės storio poveikį. Priešingu atveju skirtingo storio audeklai, esant tam pačiam vandens srautui, turės skirtingą k reikšmę, o tai yra netikslu (žr. 4.3 sk.).

Pagrindinė taisyklė teigia: geotekstilės pralaidumas turi būti geresnis negu dirvos, kad nebūtų sumažinamas vandens srauto greitis.

- Perduodamumas $\Theta = k \cdot t_g$ [m^2/s] tai pralaidumas statmenai geosintetiko arba jo išteklėjimo pajėgumas. Eksploatuojamos geotekstilės perduodamumui įtakos turi tokie faktoriai kaip smulkių dalelių užstrigimas geotekstilės struktūroje (užsikimšimas) ir dirvos slėgimas. Dirvos slėgimą galima imituoti laboratorijos sąlygomis (putplasčio plokštės po spaudimu), o galimo užsikimšimo iš anksto numatyti neįmanoma. Dėl šios priežasties perduodamumas geosintetikams geriausiai pritaikomas, derinant дренаžo branduolį ir tinkamą filtrą, kuris užtikrina ilgalaikį išteklėjimo pajėgumą.

Storų geotekstilinių audinių perduodamumas, matuojamas laboratorijoje, neatspindi išteklėjimo pajėgumo instaliavimo vietoje.

- Skvarba $\Psi = k/t_g$ [s^{-1}] tai k rodiklis, padalintas iš geotekstilės storio t_g . Ši reikšmė leidžia palyginti skirtingų storių audeklus.

7.3. Energijos absorbavimas

• Apibrėžimas

“Energijos absorbavimas W - tai darbas, atliekamas ištesiant bandinį ir apibrėžiamas kaip įrašos - ištempimo kreivės integralas (iki pasirinkto taško) ir išreiškiamas kJ/m^2 arba kN/m .

• Energijos absorbavimas W , esant maksimaliai apkrovai (remiantis EN 10319)

Energijos absorbavimą W , išreikštą kilodžauliais vienam metrui (arba kN/m^2), apskaičiuokite tiesiog remdamiesi duomenimis, gautais iš tempimo bandymo mašinos ir pasinaudodami šia lygtimi:

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

$F(x)$ = įrašos ištempimo kreivės funkcija;

$d = 1/H$, kur H yra nominalusis bandinio aukštis metrais;

c apskaičiuojamas pagal (1) arba (2) lygtį:

Neaustinėms, tankaus audimo ir panašioms medžiagoms:

$c = 1/B$ (1),

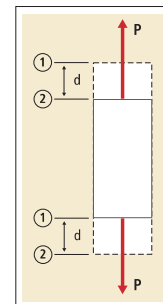
kur B nominalusis bandinio plotis metrais.

Šiurkštaus audimo geotekstilei, geotinkeliams arba panašioms atviros struktūros medžiagoms:

$c = N_m/N_s$ (2),

kur N_m yra minimalus tempimo elementų skaičius viename audeklo pločio metre, o

N_s = tempimo elementų skaičius bandinyje.



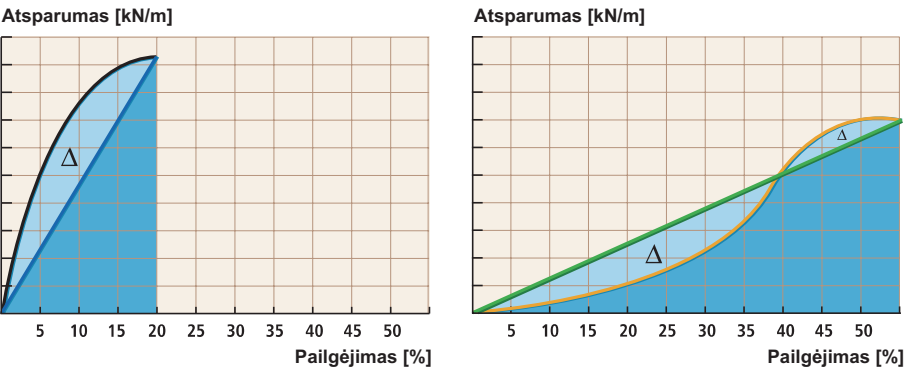
7.4. Savybių palyginimas

Inžinieriams dažnai tenka palyginti skirtingų rūšių geotekstilės savybes. Jos neretai būna pateiktos pagal skirtingas normas arba gaminiai stipriai skiriasi (pavyzdžiui, austinės ir neaustinės medžiagos), dėl to palyginti juos yra sunku. Geras ir lengvas palyginimo būdas yra palyginti energijos absoronavimą, pavyzdžiui, pagal metodą, kurį rekomenduoja Šveicarijos geotekstilės komitetas. Tai teisėtas palyginimas, kadangi energijos absoronavimas yra savybių derinys. Geotekstilės audeklas, pasižymintis aukštesne tempimo stiprumo riba, bet mažesniu tąsumu, gali turėti tokią pačią energiją kaip ir audeklas, pasižymintis žemesne tempimo stiprumo riba, bet didesniu tąsumu. Taigi, lyginant tempimo stiprumo ribą ir tąsumą atskirai, gaminiai nebus ekvivalentiški.

Tai yra atsparumo instaliavimui ir konstrukcinio slėgimo palyginimas. Kaip iliustruoja antrasis skyrius, geotekstilės atsparumas pažeidimams yra pasiekiamas, visų pirma derinant aukštą tempimo stiprumo ribą ir didelį tąsumą esant plėšimui (energijos absoronavimas).

Kai kuriose šalyse naudojamas teorinis energijos absoronavimas ($W_{index} = 0,5 \cdot T \cdot \epsilon$). Tai yra supaprastinimas. Realiai energijos absoronavimo potencialas W yra daug tikslesnis ir reikėtų naudoti šią reikšmę, kadangi ji apima įrašos tempimo kreivės charakteristikas (pvz., pradinį modulį).

7.5. Žaliavos



43 pav. Skirtumas tarp teorinio ir faktinio energijos sugėrimo parodytas dviejų skirtingų geotekstilinių medžiagų kreivėms "įtampa-deformacija".

Geotekstilės audinių gamybai naudojama daug įvairių polimerų, dažniausiai polipropilenas ir poliesteris. Kiekvienas polimeras turi privalumų ir trūkumų. Šioje lentelėje pateiktas būdingas tankis ir lydymosi temperatūra:

	PP	PET	PA	HDPE
Tankis [g/cm³]	0.91	1.38	1.12	0.95
Lydymosi temperatūra [°C]	165	260	220 - 250	130

- Polipropilenas (PP) tai termoplastinis ilgagrandis polimeras, pasižymintis standumu, tąsumu ir atsparumu rūgštims bei šarmams.
- Poliamidas (PA) tai termoplastikas, kuris yra labai stiprus, atsparus dilimui ir abrazyvams, pasižymi cheminiu atsparumu.
- Polietilenas (PE), naudojamas didelio tankumo forma HDPE, yra termoplastikas, pasižymintis stiprumu ir standumu, bei labai atsparus chemikalams.
- Poliesteris (PET) labai stiprus termoplastikas, turintis žemą valkšnumo krūvio rodiklį, atsparus daugeliui rūgščių ir tirpiklių. Tačiau norint poliesterį panaudoti šarminėje aplinkoje, kur pH > 10, ypač kur yra kalkių, cemento ar betono, reikėtų atlikti papildomus tyrimus.

7.6. Patvarumas

Gamybos procese į polipropilena įdedama stabilizuojančių medžiagų, kurios pagerina *Typar*[®] *SF* patvarumą.

7.6.1. Atsparumas ultravioletiniams spinduliams

Typar[®] *SF* gali būti keletą savaičių laikomas tiesioginiuose saulės spinduliuose, bet palaikius ilgiau, ypač atogrąžų saulėje, gali sumažėti medžiagos stiprumas. Paprastai geotekstilę reikia uždengti tuojau po paklojimo, siekiant išvengti UV poveikio ar mechaninio pažeidimo.

Remiantis EN 12224, *Typar*[®] *SF* geotekstilė turi būti uždengiama per 2 savaites po instaliavimo.

7.6.2. Atsparumas oksidavimuisi

Atlikus nemažai pagreitinto senėjimo bandymų, paaiškėjo, kad *Typar*[®] *SF* atsparumas gerokai viršija 100 metų ribą. Be to, *Typar*[®] *SF* yra pažymėtas CE ženklu (atitinka CE reikalavimus), o tai reiškia, kad audeklas natūraliose dirvose yra numatytas eksploatuoti mažiausiai 100 metų.

Pagal standartą prEN ISO 13438 atsparumas oksidacijai yra:

- bandymas krosnyje > 100% išlaikytas stiprumas;
- aukšto slėgio bandymas > 100% išlaikytas stiprumas.

7.6.3. Mikrobiologinis atsparumas

Typar[®] yra pagaminta iš 100% polipropileno, todėl yra atspari puvinui ir drėgmei. Mikrobiologinis atsparumas pagal EN 12225 yra 100% išlaikytas stiprumas.

7.6.4. Cheminis atsparumas

Atsparumas chemikalams pagal EN 14030 yra:

- rūgštinėje aplinkoje (A metodas) - 100% išlaikytas stiprumas;
- šarminėje aplinkoje (B metodas) - 100% išlaikytas stiprumas.

Pastaba: atsparumui oksidacijai, mikrobiologiniam ir cheminiam atsparumui yra priimtinas > 50% išlaikytas stiprumas.

Medžiaga	Konc. %	Temp. °C	Laikas, valandos/mėnesiai	Poveikis <i>Typar</i> [®] <i>SF</i> ¹
Rūgštys				
Acto	100	20°	6 mėn.	Jokio
Chromo	10	21°	10 val.	Jokio
Bromo vandenilio	10	21°	10 val.	Jokio
Druskos	10	21°	1000 val.	Jokio
Druskos	37	71°	10 val.	Jokio
Azoto	10	99°	10 val.	Jokio
Azoto	70	21°	10 val.	Jokio
Azoto	95	21°	1000 val.	Žymus
Fosforo	85	21°	10 val.	Jokio
Sieros	60	99°	10 val.	Jokio
Sieros	96	21°	1000 val.	Jokio
Skrudžių	100	20°	6 mėn.	Jokio
Druskos	30	60°	6 mėn.	Jokio
Druskos	30	100°	6 mėn.	Sunaikin.
Sieros	98	20°	6 mėn.	Jokio
Sieros	98	60°	6 mėn.	Žymus
Sieros	98	100°	6 mėn.	Sunaikin.

Medžiaga	Konc. %	Temp. °C	Laikas, valandos/mėnesiai	Poveikis Typar® SF ¹
Šarmai				
Amoniakas	30	20°	6 mėn.	Jokio
Amoniakas	58	21°	1000 val.	Jokio
Natrio hidroksidas	50	21°	6 mėn.	Jokio
Natrio hidroksidas	50	60°	6 mėn.	Jokio
Natrio hipochloritas	20	20°	6 mėn.	Jokio
Natrio hipochloritas	20	100°	6 mėn.	Žymus
Organiniai junginiai				
Acetonas	100	20°	6 mėn.	Jokio
Acetonas	100	56°	6 mėn.	Jokio
Benzolas	100	21°	1000 val.	Jokio
Benzolas	100	20°	6 mėn.	Vidutinis
Benzolas	100	60°	6 mėn.	Žymus
Anglies tetrachloridas	100	20°	6 mėn.	Žymus
Cikloheksanas	100	20°	6 mėn.	Jokio
Cikloheksanas	100	60°	6 mėn.	Žymus
Etanolis	96	20°	6 mėn.	Jokio
Etanolis	96	60°	6 mėn.	Jokio
Etanolis	96	81°	6 mėn.	Jokio
Etilenglikolis	100	20°	6 mėn.	Jokio
Etilenglikolis	100	60°	6 mėn.	Jokio
Dimetilformamidas	100	93°	10hrs.	Jokio
Dimetilformamidas	100	153°	10hrs.	Sunaikin.
Dimetilsulfoksidas	100	93°	10 val.	Jokio
Bernzinas	100	20°	6 mėn.	Žymus
Sėmenų aliejus	100	20°	6 mėn.	Jokio
Sėmenų aliejus	100	60°	6 mėn.	Jokio
Metilo chloridas	100	20°	6 mėn.	Žymus
Perchloretilenas	200	93°	10 val.	Žymus
Perchloretilenas	250	121°	10 val.	Sunaikin.
Stoddard tirpiklis	100	93°	10 val.	Jokio
Transformatorinė alyva	100	20°	6 mėn.	Jokio
Transformatorinė alyva	100	60°	6 mėn.	Žymus
Trichloretilenas	100	20°	6 mėn.	Žymus
Terpentinai	100	100°	6 mėn.	Jokio
Ksilenas	100	93°	10 val.	Jokio
Ksilenas	100	20°	6 mėn.	Žymus

¹ Atsparumo sumažėjimas, kurį sukelia cheminis junginys:

Jokio:

-išlieka 90-100% pradinio atsparumo

Nežymus:

-išlieka 80-89% pradinio atsparumo

Vidutinis:

-išlieka 60-79% pradinio atsparumo

Žymus:

-išlieka 20-59% pradinio atsparumo

Sunaikinimas:

-išlieka 0-19% pradinio atsparumo

7.7. Atsparumas temperatūrai

7.7.1. Žema temperatūra

Atsparumas žemai temperatūrai yra svarbus tuomet, kai geotekstilė naudojama šaltuose regionuose, pvz., Aliaskoje, Šiaurės Skandinavijoje ir pan. Prie itin žemos temperatūros padidės tempimo stiprumo riba ir keliais procentais sumažės tūsumas. Temperatūrai kylant, poveikis bus priešingas. Po 4 ciklų nuo 0 iki 18°C 200 g/m² Typar® SF audeklui nepasireiškė jokie tempimo stiprumo ribos pokyčiai (tiek sausomis, tiek šlapiomis sąlygomis). Kadangi Typar® SF neabsorbuoja vandens, rulonai neužšals.

7.2.2. Aukšta temperatūra

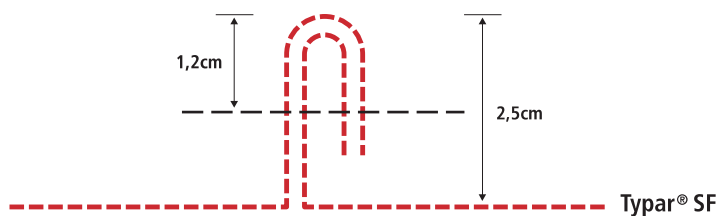
Aukštoje temperatūroje mažės tempimo stiprumo riba ir didės tūsumas. Šiek tiek bus paveiktos hidraulinės savybės. Dėl detalesnės informacijos kreipkitės į „DuPont Geosynthetics Technical Centre“.

7.8. Sujungimo metodai

7.8.1. Susiuvimas

Susiuvimas yra praktiškas metodas tuomet, kada Typar® SF geotekstilė yra klojama dideliame plote, drenažo ir erozijos kontrolės sistemose. Šiuo atveju nereikia užleidimų, todėl sumažėja išlaidos. Susiuvimas yra tinkamiausias sujungimo būdas, kadangi tai galima lengvai atlikti statybos aikštelėje, o suvirinimas ir suklijavimas reikalauja švarios ir sausos darbo aplinkos.

Rekomenduojamas siūlės tipas pavaizduotas 44 pav. Siuvamąją mašiną reikia sureguliuoti taip, kad ji viename centimetre siūtų po 2 dygnius. Nors siuvimo siūlėms teikiamas pirmumas, gerų rezultatų tempimo stiprumo ribos požiūriu galima pasiekti ir naudojant suvirinimo ar suklijavimo būdą. Dėl daugiau informacijos kreipkitės į „DuPont Geosynthetics Technical Centre“.

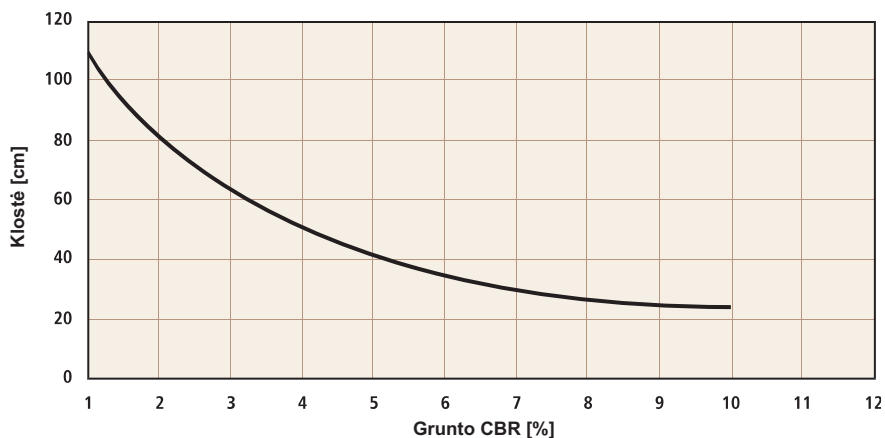


44 pav.: Rekomenduojama siūlė.

7.8.2. Užleidimas

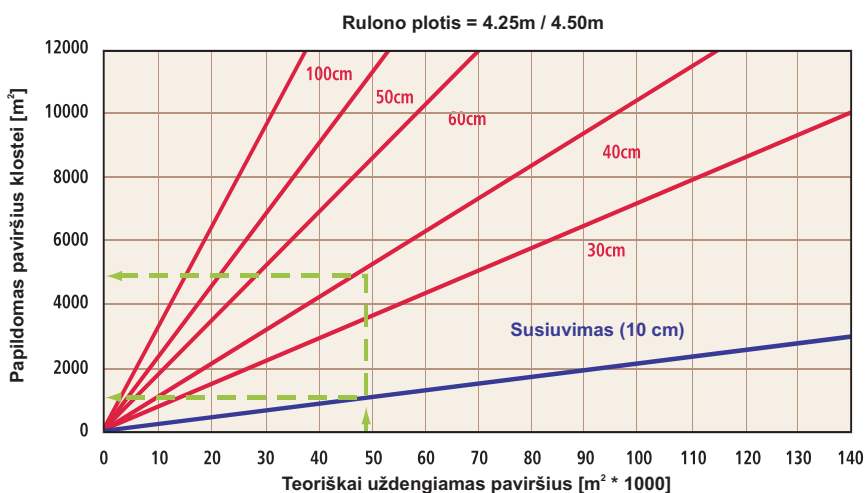
Reikalingas užleidimas ir užleidimo kraštas priklauso nuo dirvos savybių (CBR), projekto pobūdžio ir deformacijų, kurios gali įvykti. Paprastai naudojami tokie užleidimai:

- drenažo sistemose mažiausiai 30 cm;
- transporto stovėjimo aikštelėse, nuolatiniuose keliuose 30-50 cm;
- erozijos kontrolės sistemose 50-100 cm;
- laikiniuose keliuose žr. 45 pav.



45 pav. Typar® SF užleidimas

Žemiau pateiktame paveikslėlyje pavaizduotas papildomas Typar® SF kiekis, reikalingas užleidimui, priklausomai nuo paviršiaus ploto ir užleidimo pločio. Aiškiai matomas galimas sutaupymas, jeigu vietoj užleidimo bus naudojamas susiuvimas arba suvirinimas.



46 pav. Būtinasis paviršius priklauso nuo klostės pločio.

Ten, kur Typar® SF audklas naudojamas sutvirtinimo tikslais, į užleidimą reikia kreipti ypatingą dėmesį. Gali prireikti patyrusių inžinierių apskaičiavimų, siekiant patikrinti, ar tinkamas įtempimo perdavimas.

7.9. Naudingi duomenys

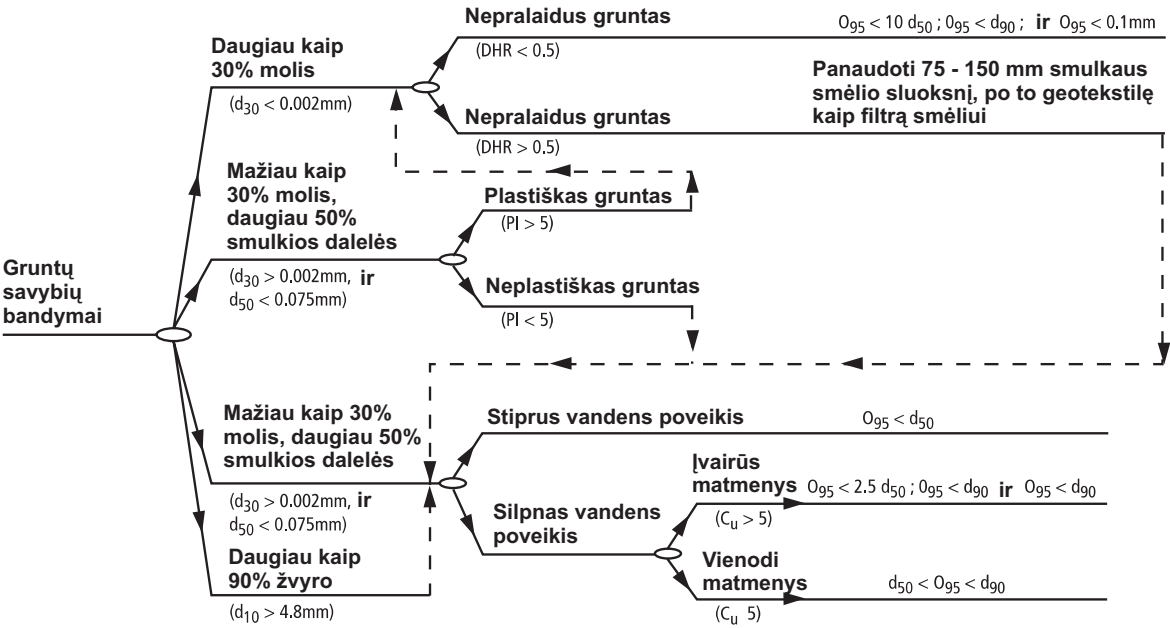
Apytikrės dažniausiai pasitaikančių dirvos rūšių savybės (preliminariam projektavimui).

Grunto savybė	Simbolis	SI vnt.	Smėlis			Žvyras	Smėlis su žvyru nevienalytis	Sankasa iš skaldos be smėlio	Gargždas	
			Palaidas	Vidutiniškai suslėgtas	Suslėgtas				Be smėlio	Su žvyru ir smėliu
Lyg. svoris, sausas gruntas šlapias gruntas	γ	kN/m ³	17	18	19	18	20	17	17	19
	γ_g	kN/m ³	19	20	21	20	21	-	-	20
Akytumas	n	%	45	35	25	25 - 45	20 - 35	40 - 60	40 - 50	25 - 45
Filtracijos koeficientas	k	cm / s	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁰	10 ⁻²	10 ¹	10 ¹	10 ⁰
Kapiliarinio pakilimo aukštis	h _k	cm	20	25	30	1 - 5	25	-	-	20
Tankis pagal Proktorių	γ_p	kN/m ³	17 - 20			19	22	-	-	-
Optimali drėgmė	w _{opt}	%	6 - 10			5	7	-	-	-
Standumo modulis	E _s	MN/m ²	20 - 50	40 - 100	80 - 150	100 - 200	150 - 250	100 - 200	100 - 150	150 - 250
Deformacijos modulis	E _{v1}	MN/m ²	15 - 40	30 - 60	50 - 80	70 - 120	100 - 150	70 - 120	60 - 100	100 - 150
CBR reikšmė	CBR	%	10 - 20	20 - 30	30 - 40	50	70	90 - 100	100	90 - 100
Efektinis trinties kampas	φ'	°	30	32,5	35	37,5	37,5	40	35	37,5

12 lent. Nerišlus gruntas.

Grunto savybė	Simbolis	SI vnt.	Molis			Šašinis molis	Priemolis		Dumblas	Organinis molis arba dumblas	Dūpės
			Pusiaukietas	Kietas	Minkštas		Kietas	Minkštas			
Lyginamasis svoris	γ_g	kN/m ³	19	18	17	21	21	19	18	15	11
Akytumas	n	%	50	60	70	30	30	40	40	60	90
Natūrali drėgmė	w	%	20	30	40	10	15	20	30	80	400
Takumo riba	w _L	%	40 - 100			30	20 - 40		15 - 30	70 - 120	-
Tašumo riba	w _p	%	20 - 30			15	10 - 20		10 - 15	20 - 30	-
Tašumo rodiklis	I _p	%	20 - 70			15	10 - 25		5 - 15	50 - 90	-
Filtracijos koeficientas	k	cm / s	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹			10 ⁻⁵	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸		10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	10 ⁻³
Kapiliarinio pakilimo aukštis	h _k	m	5 - 100			1 - 5	1 - 5		1 - 5	1 - 5	-
Tankis pagal Proktorių	γ_p	kN/m ³	14 - 17			18 - 22	17 - 19		17 - 19	14 - 17	-
Optimali drėgmė	w _{opt}	%	15 - 30			10 - 15	12 - 20		12 - 20	20 - 25	-
Standumo modulis	E _s	MN/m ²	5 - 10	2 - 5	1 - 3	30 - 100	5 - 20	4 - 8	3 - 10	1 - 5	0,5 - 2
Deformacijos modulis	E _{v1}	MN/m ²	3 - 8	1 - 4	0,5 - 2	15 - 50	5 - 15	3 - 6	2 - 8	1 - 3	0 - 1
CBR reikšmė	CBR	%	2 - 5	1 - 3	0 - 2	10 - 20	3 - 10	2 - 5	1 - 5	0 - 2	0
Efektinis trinties kampas	φ'	°	20	17,5	15	15	25	22,5	25	17,5	15
Efektinis sukibimas	c'	MN/m ²	25	20	10	25	10	0	0	10	0
Efektinis atsparumas poslinkiui	c _u	MN/m ²	40 - 100	20 - 60	5 - 40	200 - 500	50 - 200	40 - 100	20 - 100	5 - 40	0
Konsolidacijos koeficientas	c _v	m ² / s	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁹			-	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷		10 ⁻⁴	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁹	10 ⁻³

13 lent. Rišlus gruntas.



PASTABOS:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

d_x = Dalelių dydis, kurių x procentų yra mažesnės

PI = Grunto plastiškumo indeksas

DHR = Grunto parametras

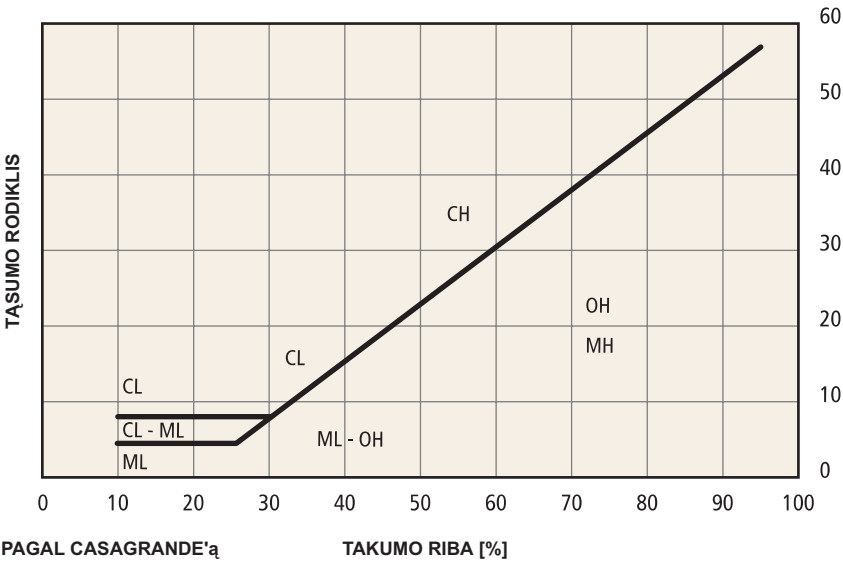
O_{95} = Geotekstilės akučių dydis pagal ASTM 04751-87

47 pav. Grunto kriterijai geotekstilės kaip filtro, esant dinaminiam srautui, parinkimui.

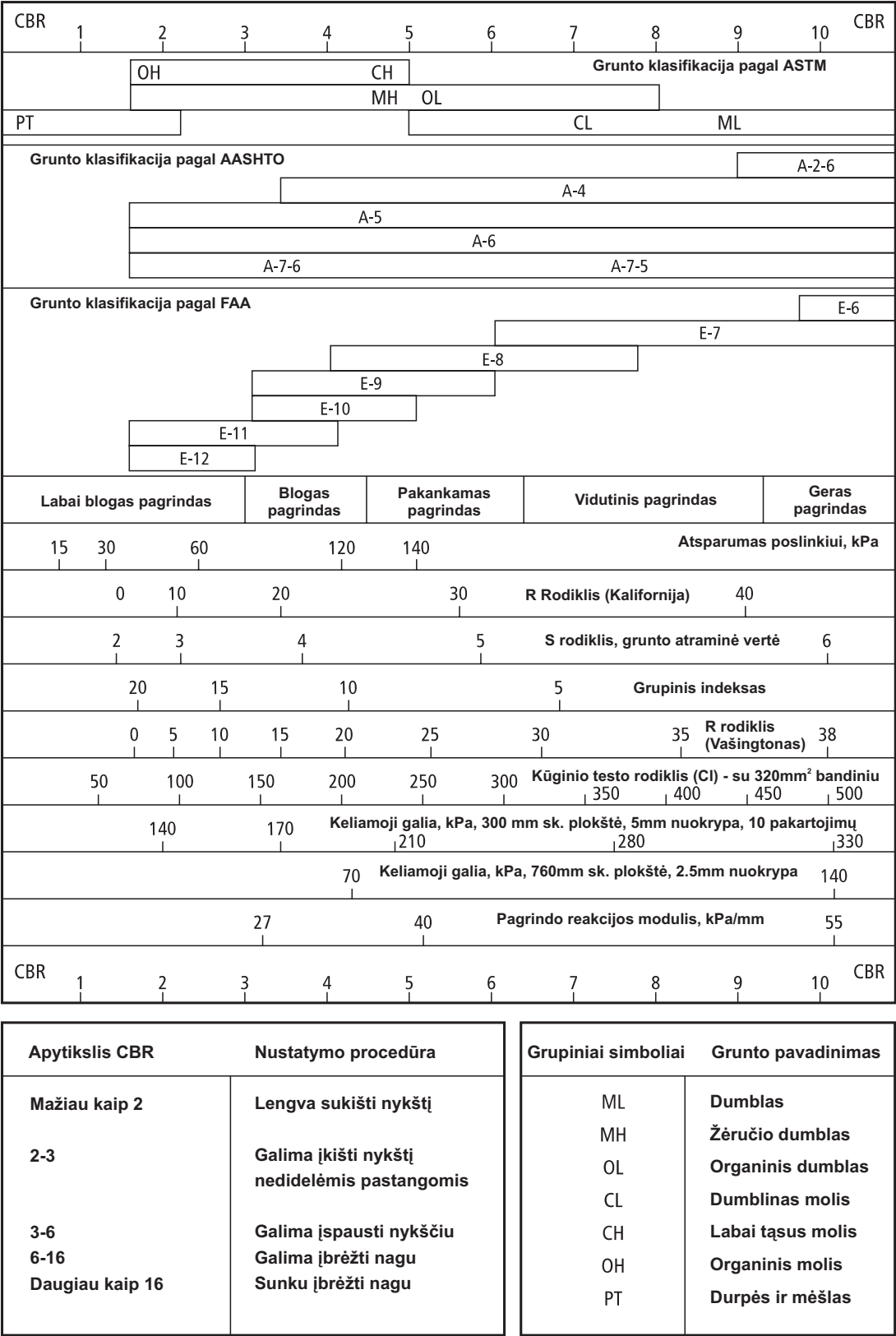
	GRUNTAI	DALELIŲ %			TAŠUMO RODIKLIS I [%]	TIPINIS FILTRACIJOS KOEFIICIENTAS K [m/s]
		< 0.006	0.06 - 2 mm	> 2 mm		
GW	Sijotas žvyras, žvyras su smėliu	< 5	VAR	> 50	-	10 ⁻¹ - 10 ⁻⁴
GP	Nesijotas žvyras, sandy gravel	< 5	VAR	> 50	-	10 ⁻¹ - 10 ⁻⁴
GM	Žvyras su dumblu, G + S + M	< 15	VAR	> 50	< 7	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸
GC	Žvyras su moliu, G + S + C	< 15	VAR	> 50	> 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
SW	Sijotas smėlis, smėlis su žvyru	< 5	> 50	VAR	-	10 ⁻² - 10 ⁻⁵
SP	Nesijotas smėlis, smėlis su žvyru	< 5	> 50	VAR	-	10 ⁻² - 10 ⁻⁵
SM	Dumblinas smėlis	< 15	> 50	VAR	< 7	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸
SC	Smėlis su moliu	< 15	> 50	VAR	> 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
ML	Dumblas, smulkus smėlis	> 50	~ 50	VAR	< 4	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸
CL	Molis	> 50	~ 20	VAR	> 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
GM - ML	Dumblinas žvyras	> 15	VAR	> 40	< 4	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸
GM - GC	Dumblinas žvyras su moliu	> 15	VAR	> 40	4 - 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
GC - GL	Žvyras su moliu	> 15	VAR	> 40	> 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
SM - ML	Dumblinas smėlis - dumblas su smėliu	15 - 50	~ 50	VAR	< 4	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸
SM - SC	Dumblinas smėlis su moliu	15 - 50	~ 40	VAR	4 - 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
SC - CL	Smėlis su moliu - molis su smėliu	15 - 50	~ 40	VAR	> 7	10 ⁻⁸ - 10 ⁻¹⁰
CL - ML	Dumblas su moliu	> 50	VAR	VAR	4 - 7	10 ⁻⁷ - 10 ⁻¹⁰
OL	Organinis dumblas	> 50	VAR	VAR	> 10	-
OH	Organinis molis	> 50	VAR	VAR	> 20	-
PT	Durpės	-	-	-	-	-

15 lent. Grunto klasifikacija pagal USCS.

Naudingi duomenys susiję su gruntu



48 pav.: Grunto klasifikacija pagal USCS pagrįsta tąsumo rodikliu.



16 lent. Koreliacinė lentelė sauso grunto CBR reikšmėms nustatyti pagal grunto savybes ir atsparumą.

7.10. Specifikacijos tekstas

Geotekstilės audiniai, naudojami grunto atskyrimui

Turi būti pristatyta ir instaliuota _____ m² geotekstilės.

Typar® SF specifikacija _____ arba ekvivalentas.

Neaustinė medžiaga, sutvirtinta terminiu būdu.

- iš 100 ištisinių polipropileno siūlų;
- pagal kokybės standartus ISO 9001, ISO 14001.

Spūdumo laipnis (200kN/2kN)	EN 964	< 15	%
Energijos sugėrimas	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m or kJ/m ²
Atsparumas tempimui	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m
Atsparumas tempimui su 5% pailgejimu	EN ISO 10319	≥ _____	kN/m
Pailgėjimas	EN ISO 10319	≥ _____	%
Atsparumas pramušimui pagal CBR	EN ISO 12236	≥ _____	N
Atsparumas pramušimui krintančiu kūgiu	EN 918	≤ _____	mm
Atsparumas plėšimui	ASTM D4533	≥ _____	N
Laidumas vandeniui (greičio rodiklis)	EN ISO 11058	≥ _____	mm/s
Laidumas vandeniui po 20kN/m² apkrova	DIN 60500	≥ _____	10 ⁻⁴ m/s
Porų (akučių) dydis O₉₀	EN ISO 12956	≤ _____	μm

2

Geotekstilės audinys turi būti stabilus UV atžvilgiu, atsparus chemikalams, dažniausiai pasitaikantiems dirvoje ir vandenyje.

3

Geotekstilės rulonai turi būti tinkamai suvynioti, kad būtų užtikrinta audeklo apsauga. Kiekvienas rulonas turi turėti etiketę ir būti identifikuojamas nelaboratorinėmis sąlygomis, kas taip pat yra reikalinga inventorizacijos ir kokybės kontrolės tikslais.

4

Paviršius, kuriame bus tiesiama geotekstilė, turi būti pakankamai gerai išlygintas, be išsikišimų, įdubimų ir statybinių nuolaužų. Geotekstilės klojimas turi vykti konstrukcijos kryptimi. Išilginės audeklo jungtys turi turėti mažiausiai 30 cm užleidimą, būti susiūtos arba kitaip apdorotos. Jeigu geotekstilės klojimui naudojama statybinė technika, jos darbinė platforma turi būti dirva, o ne prieš tai paklota geotekstilė.

5

6

Bibliography

¹ R.M. Koerner, Designing with Geotextiles, p.110, Fourth Edition, 1999, Prentice Hall

7

DuPont™ Typar® Geosynthetics



The miracles of science™