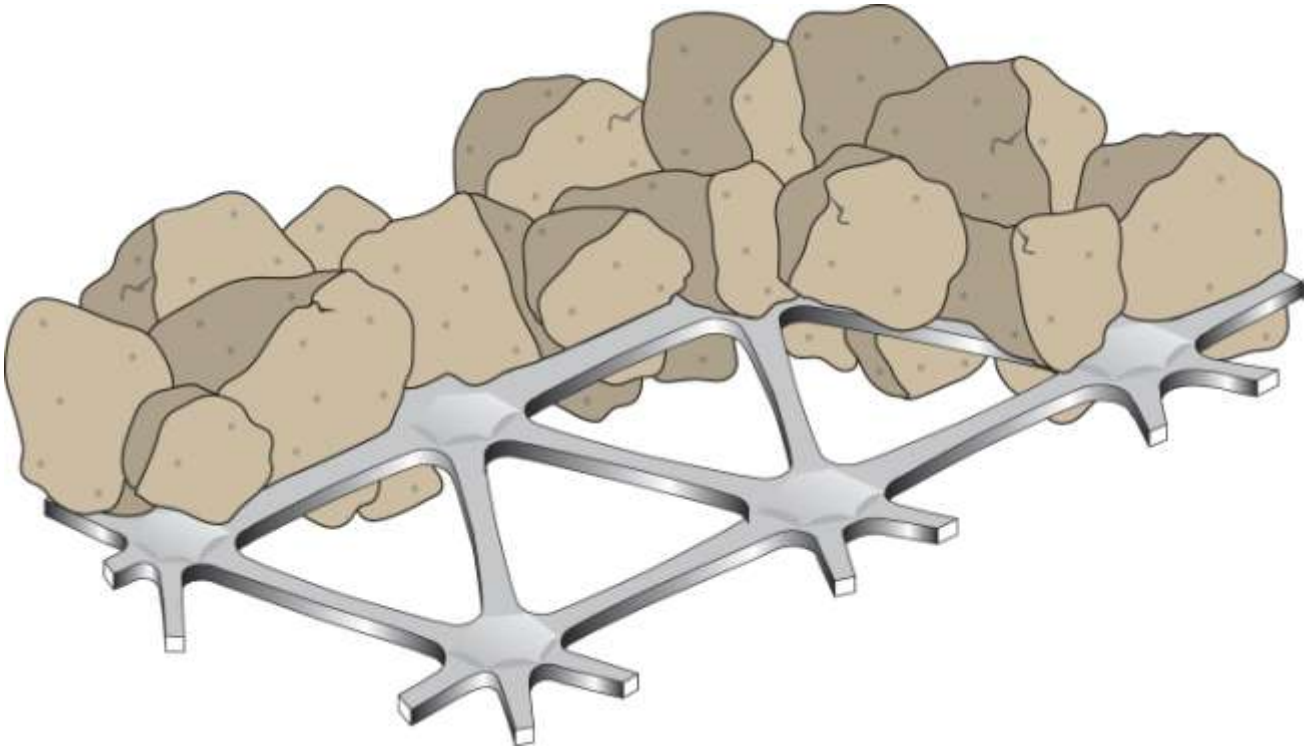
TENSAR

Design Manual

Vej- og pladsstabilisering



byggros

Indholdsfortegnelse

Forord	**Side**	**1**
Anvendelsesområder		**2**
Grundbegreber		**2**
• Geonet eller geotekstiler?		
• Kraftoverførsel – forkiling og friktion		
Underbundens styrke – vingeforsøg kontra pladebelastning		**3**
Kontrol af bæreevne før og efter indbygning		**4**
Belastningsklasser		**4**
Valg af geonet i forhold til underbund og belastning		**5**
• Valg i forhold til underbundens styrke		
• Valg i forhold til belastningsklasse		
• Flere lag geonet i en opbygning		
Krav til materialer anvendt som ubundne bærelag		**7**
Indbygning af TENSAR geonet		**7**
Specifikation af MSL – ”Mekanisk Stabiliseret Lag”		**8**
Designdiagrammer – TENSAR geonet		**9**
Eksempel 1 – Byggeveje		**10**
Eksempel 2 – Lagergulve		**10**
Eksempel 3 – Tungt trafikerede veje		**11**
Referencer		**11**

Forord

Geonet er blevet en mere og mere naturlig del i forbindelse med etablering af veje og pladser på problematisk underbund. Formålet er at stabilisere og opnå en bæreevneforøgelse i forhold til den uarmerede situation. Herved kan der opnås væsentlige besparelser i grusbærelaget.

Der er udviklet en del internationale beregningsmetoder, som typisk er baseret på fuldskala forsøg omsat til empiriske formler og kurver.

Siden 1997 har vi gennem in-situ test fået betydelig dokumentation for armeringseffekten via data fra Danmark og Sverige. Samtidig har anvendelse af geoarmering i anlægsprojekter været støt stigende.

Denne seneste design manual er udarbejdet på basis af vore resultater og kan anvendes i forbindelse med indbygning af Tensar geonet. Ved anvendelse af andre produkter bør resultaterne verificeres særskilt, idet der kan forekomme store variationer i de registrerede bæreevner.

Materialet er udarbejdet som en vederlagsfri serviceydelse og er baseret på vores nuværende viden. Der tages forbehold for ændringer. Indholdet er omfattet af Byggros’ gældende salgs- og leveringsbetingelser, hvortil der henvises.

• Anvendelsesområder

Anvendelsen af geonet i vejbygningsopgaver i Danmark har på forholdsvis få år udviklet sig til at indgå som en naturlig del af blødbundsopgaver. De væsentligste årsager hertil er typisk de store miljømæssige omkostninger, som er forbundet med blødbundsudskiftning, samt de økonomiske fordele som metoden tilbyder. Der findes i dag mange referenceprojekter over hele landet, der på bedste vis har løst komplicerede problemstillinger på en for alle parter tilfredsstillende måde.

Det største diskussionsemne er stadig, hvordan dimensioneres geonettet/geotekstiler i praksis. Den forsøgsrække, som vi har været part i, har belyst dette emne og stillet spørgsmålstegn ved tidligere tiders formodninger. Sidst men ikke mindst, har forsøgene givet anledning til en klar anbefaling vedr. kontrol af den aktuelle bæreevne i en given situation.

Inden for følgende områder har man med fordel anvendt geonet eller armerende geotekstiler:

- **Vej- og pladsstabilisering**
- **Modvirkning af differenssætninger**
- **Kompensationsopbygninger**
- **Forbelastede vejdæmninger**
- **Pæledæmninger**

Denne vejledning forudsætter udelukkende anvendelse i forbindelse med vej- og pladsstabilisering herunder modvirkning af differenssætninger samt kompensationsopbygninger. I det følgende er det hensigten at belyse de problemstillinger og overvejelser som generelt er forbundet med armering af ubundne bærelag i disse opgaver.

Vejledningen kan og må ikke benyttes til statisk belastede konstruktioner som eksempelvis forbelastede vejdæmninger og pæledæmninger. Kontakt Byggros for udarbejdelse af særskilt design.

• Grundbegreber

Geonet eller geotekstiler?

Man skelner mellem vævede eller ekstruderede/stansede geonet, vævede eller ikke vævede geotekstiler samt kombinationer heraf.

- Ekstruderede/stansede geonet er defineret som åbenmaskede net med en defineret styrke/-deformation og kendetegnes ved at være stive i form og udseende og have faste knudepunkter.

- Vævede geonet er defineret som åbenmaskede net med en defineret styrke/deformation, og kendetegnes ved at være fleksible i form og udseende.

- Vævede geotekstiler defineres som tætvævede eller finmaskede net med en defineret styrke/-deformation og definerede filteregenskaber.

- Ikke vævede geotekstiler (non wovens) defineres som enten termisk bundne eller nålede geotekstiler, primært fremstillet med henblik på separation, beskyttelse og filtrering. **Ikke vævede geotekstiler kendetegnes endvidere ved at have relativt store bruddefomationer, typisk > 40% og fungerer som separationsdug i vejkassen.**

Kraftoverførsel:

Der skelnes mellem to kraftoverførselsprincipper:

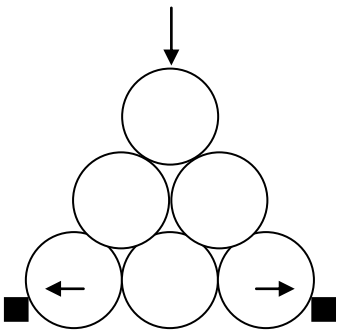
- **Friktion**
- **Forkiling**

Alle typer armering overfører i en eller anden grad kræfterne ved friktion, mens forkiling udelukkende er i forbindelse med de åbne geonet. Kraftoverførsel ved friktion hører typisk til de vævede geonet og geotekstiler, mens forkiling primært hører til de stive geonet med faste knudepunkter.
Forsøg viser, at kraftoverførslen ved udtrækningsforsøg stort set er identisk for geonet, uanset om der er tale om vævede eller ekstruderede/stansede geonet. Interaktionskoefficienten dvs. geonettets kraftoverførselskoefficient ligger typisk i området 0,8 - 1,0.
For vævede geotekstiler og kombinationsduge ligger interaktionskoefficenten typisk i området 0,6 - 0,8.
Kraftoverførsel ved friktion kan især udnyttes i forbindelse med vejdæmninger, pæledæmninger, støttemure og lignende, hvor påvirkningen er 2-

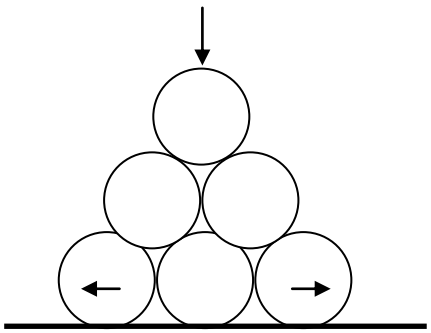
dimensional og typisk kun sker i en retning. Anderledes forholder det sig ved vej- og pladsstabiliseringsopgaver – her er der tale om en 3-dimensional påvirkning.

I forbindelse med traditionelle vej- og pladsstabiliseringsopgaver er det afgørende for geonettets effekt, at grusmaterialerne fastholdes i netmaskerne. Forsøg viser, at geonettets fysiske stivhed og evne til at fastlåse grusmaterialerne har stor betydning for effekten.
Kraftoverførslen ved forkiling sammenlignet med friktion kan skildres ved, at man placere runde emner i en pyramideform som vist på figur 1. og 2. Geonettets tværribber er modsat geotekstilet i stand til at fastholde grusmaterialerne i samme position. Belastningen kan derved bedre overføres til geonettet, hvorved armeringseffekten styrkes.

Udviklingen af nye armeringstyper baseret på en triaxial geometri i rudestrukturen har vist sig at være endnu mere effektiv end de traditionelle biaxiale geonet, som gennem årtier har løst opgaverne. I praksis betyder det langt bedre økonomi i projekterne fremadrettet og mulighed for at optimere konstruktionerne yderligere.



Figur 1. Fastlåsning via forkiling i geonettets tværribber



Figur 2. Fastholdelse via friktion

• Underbundens styrke – vingeforsøg kontra pladebelastning

Oftest er der i den geotekniske rapport angivet vingestyrker til beskrivelse af underbundens styrke. Kun sjældent er der udført pladebelastningsforsøg til bestemmelse af underbundens aktuelle bæreevne. Mest pålidelig synes pladebelastningen, idet man herved uafhængig af dybden er i stand til at få et billede af den aktuelle bæreevne. Der kan kun i nogen grad drages paralleller mellem de to forsøg, idet vandindholdet spiller en stor rolle.

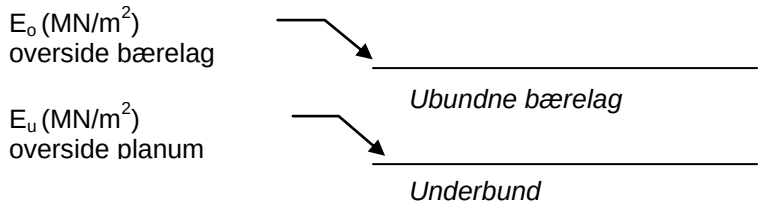
Følgende relationer ses i typisk forekommende dansk moræneler, gytje eller lignende med højt vandindhold. Der tages forbehold for afvigelser.

E-modul på planum E_u	Tilhørende vingestyrke C_v
5 MN/m^2	0-30 kN/m^2
10 MN/m^2	30-60 kN/m^2
15 MN/m^2	60-90 kN/m^2
20 MN/m^2	90-120 kN/m^2
25 MN/m^2	120-150 kN/m^2
30 MN/m^2	150-180 kN/m^2

Figur 3. Relationen mellem E-modul og vingestyrke som typisk findes for moræneler, gytje og lignende.

• Kontrol af bæreevne før og efter indbygning

Ved dimensionering af en vejopbygning er det vores erfaring, at pladebelastningen er et godt redskab til verificering af underbundens bæreevne. Herved fås et godt billede af underbundens aktuelle E-modul, og samtidig vil man være istand til med endnu et forsøg på den færdige opbygning at kontrollere den aktuelle bæreevne i den færdige opbygning. Forsøget er relativt billigt at få udført og man kan på et tidligt tidspunkt verificere en opbygning og eventuelt korrigere i opbygningen.



Figur 4. Pladebelastning på henholdsvis overside planum, samt overside bærelag.

I Danmark anvendes ved pladebelastning som oftest enten det ”danske forsøg” eller det ”tyske forsøg” i henhold til DIN 18 134. Der er god overensstemmelse mellem de to forsøg, dog er det tyske forsøg samtidig glimrende til verifikation af den aktuelle komprimering, idet der reelt er tale om to uafhængige belastningskurver, hvor forholdet mellem de to E-moduler er et udtryk for komprimeringsgraden.

• Belastningsklasser

Designdiagrammerne er bygget op med udgangspunkt i det afsluttende E-modul målt på oversiden af det ubundne bærelag og inddelt i følgende belastningsklasser

Afsluttende E-modul E_o Overside ubundne bærelag	Anvendelsesområde	Belastnings-klasse
E_o = 30 MN/m^2	Cykelstier, midlertidige byggeveje med begrænset belastning	1
E_o = 45 MN/m^2	Markveje – midlertidige byggeveje med større belastning	2
E_o = 60 MN/m^2	Let trafik – maksimalt akseltryk 6 t Villaveje og lignende – parkeringsarealer for personbiler	3
E_o = 80 MN/m^2	Middel trafik – maksimalt akseltryk 8 t Middel trafikerede veje, parkeringsarealer, flydende gulve i lagerhaller	4
E_o = 120 MN/m^2	Tung trafik – maksimalt akseltryk 12 t Tungt trafikerede veje – hovedveje, amtsveje, parkeringsarealer og containerpladser	5
E_o = 150 MN/m^2	Meget tung trafik – maksimalt akseltryk 15 t Parkeringsarealer for meget tunge køretøjer, containerpladser, landingsbaner og lignende	6

Figur 5. Inddeling i belastningsklasser.

Diagrammerne kan desuden anvendes i forbindelse med brug af Vejdirektoratets vejregler. I givet fald foretages dimensioneringen ved først at anvende designdiagrammerne for opnåelse af et

bæredygtigt planum. Med det opnåede E-modul f.eks E_o = 30 MN/m^2 i det modificerede planum fortsættes dimensionering med E_u = 30 MN/m^2 som indgangsværdi på normal vis jf. Vejdirektoratets vejregler.

• Valg af geonet i forhold til belastning og underbundens styrke

Vore forsøg har vist, at forskellen mellem de enkelte geonet viser sig i sporkøring. Uanset belastning vil overflademodulet kunne relateres til nettypen - f.eks. har Tensar SS30 større effekt end eksempelvis Tensar SS20 [Ref. 11]. Samtidig viser vores forsøg at stabiliseringseffekten af det nyudviklede Tensar TriAx TX160 er større end Tensar SS30 og på niveau med Tensar SS40. Besparelsen i bærelaget eller den reele bæreevneforøgelse er derfor yderst afhængig af nettypen.

Sporkøringstest dokumenterer forskellen mellem såvel armerede som uarmerede opbygninger under samme forudsætninger. Sammenholder man sporkøringsresultaterne med testresultaterne udført som statisk pladebelastning i henhold til DIN 18 134 vil man i forhold E_{v1} og E_{v2} direkte se sammenhængen mellem det aktuelle geonets forkillingsevne og planstivhed. Jo bedre forkilingsevne og planstivhed desto større E-modul opnås.

Udviklingen af den triaxiale armeringsstruktur muliggør en langt bedre fastlåsning af det ubundne bærelag, og det er derfor nødvendig at abstrahere fra evt. sammenligning med gamle armeringstyper baseret på tekniske data. I stedet må man forholde sig til den fysiske stabiliseringseffekt efter indbygning – det vi kalder det ”mekanisk stabiliserede lag” bestående af armering + ubundne bærelag.

Sporkøringen kan således relateres til den aktuelle nettype, materialestivhed og udformning og endvidere kan det sættes i relation til det målte E-modul. Sammenholdes disse resultater med den uarmerede situation, får man et klart billede af stabiliseringseffekten for de enkelte typer geonet.

Valg af geonet i forhold til underbundens styrke – effektindeks

Indvirkningen på E-modulet målt på oversiden af de ubundne bærelag E_o kan som nævnt relateres til typen af geonet.
For bundmoduler i området $E_u \approx$ 2-60 MN/m^2 målt på råjordsplanum, er der ved indbygning af 30-50 cm stabilgrus henholdsvis armeret og uarmeret fundet følgende sammenhæng:

Opbygning	Effektindeks $E_u \approx$ 2 MN/m^2	Effektindeks $E_u \approx$ 5 MN/m^2	Effektindeks $E_u \approx$ 10 MN/m^2	Effektindeks* $E_u \approx$ 40 MN/m^2	Effektindeks* $E_u \approx$ 60 MN/m^2
Uarmeret	20	35	50	60	70
Tensar SS20	70	70	75	80	80
Tensar SS30	90	90	90	90	90
Tensar SS40	100	100	100	100	100
TriAx TX 150	*90*	*90*	*90*	*90*	*90*
TriAx TX160	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
TriAx TX170	*120*	*115*	*110*	*110*	*110*
TriAx TX180	*130*	*125*	*115*	*115*	*115*

Figur 6. Som reference (indeks 100) anvendes **Tensar TRIAX TX160**. *(Effektindeks fundet ved forsøg på 35 cm stabilgrus).

Effektindekset anvendes i praksis som følger:

Geonet type	Indvirkning på opbygning jævnfør design diagrammerne
Tensar SS20	Aflæst bærelagstykkelse øges med 20 %
Tensar SS30	Aflæst bærelagstykkelse øges med 10 %
Tensar SS40	Aflæst bærelagstykkelse anvendes direkte
TriAx TX150	Aflæst bærelagstykkelse øges med 10%
TriAx TX160 – reference	***Aflæst bærelagstykkelse anvendes direkte***
TriAx TX170	Aflæst bærelagstykkelse reduceres med 10%
TriAx TX180	Aflæst bærelagstykkelse reduceres med 15%

Figur 7. Effektindeks for TENSAR geonet

For ekstremt lave E-moduler i planum er effekten af geonettet meget i øjenfaldende.
For stigende E-moduler i planum er effekten af geonettets tilstedeværelse aftagende. Ikke desto mindre vil der kunne registreres en bæreevnetilvækst på ca. 25% ved indbygning af geonet på et råjordplanum med en E-værdi $E_u \approx 60$ MN/m^2.

Valg af geonet i forhold til belastning

Under hensyn til belastningsklasserne (figur 5), bør valg af geonet ske efter følgende retningslinier:

Belastningsklasse (se figur 5)					
1	2	3	4	5	6
TriAx TX 150					
		TriAx TX 160			
				TriAx TX170	
				TriAx TX180	

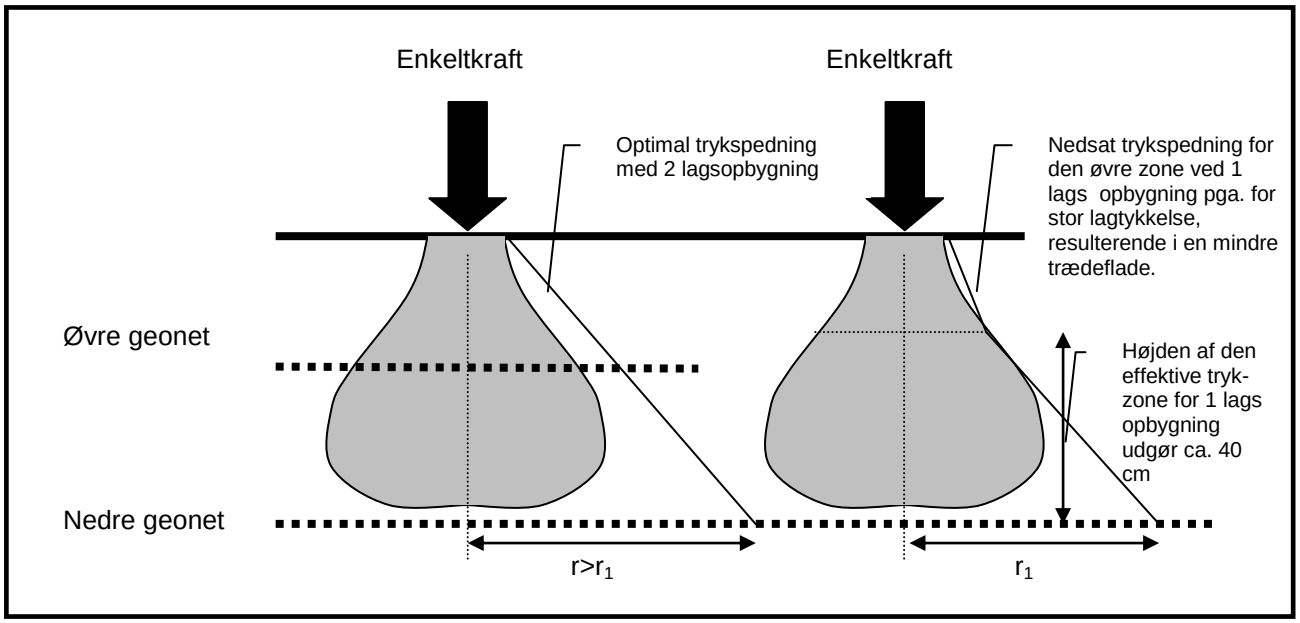
Tensar SS20		
	Tensar SS30	
		Tensar SS40

Figur 8. Valg af geonet relateret til belastning.

Generelt kan man sige, at TriAx serien er mere fleksibel i brug. Når vi opererer med E-moduler < 5 MPa i kombination med særlig tung trafik, så er det der bliver behov for TX170 og i særlige tilfælde TX180. I langt de fleste tilfælde vil TX 160 være et godt valg, som det fremgår af figur 8.

Flere lag geonet i samme opbygning

Når den totale bærelagstykkelse overstiger ca. 50 cm bør der indbygges 2 eller flere lag geonet for at opnå maksimal trykspredning op gennem bærelagene. Dette skyldes samme mekanisme som ses i forbindelse med komprimering, dvs. at en påvirkning på oversiden af bærelaget spredes i en pære- eller kugleform under enkeltkraften. Påvirkningen fra en enkeltkraft aftager med dybden. Når påvirkningen bliver tilstrækkelig lille, kan der opnås en yderligere trykspredningseffekt ved indbygning af endnu et lag geonet placeret højere oppe i opbygningen. Se figur 9.



Figur 9. Belastningen fra enkeltkraften får ved store bærelagstykkelser mindre indvirkning på det nederste lag geonet - der kan opnås en yderligere trykspredningseffekt ved indbygning af flere lag geonet

Ved forsøg har man fundet, at afstanden mellem de enkelte lag geonet bør udgøre min. 20 cm og max. 40 cm. Øverste lag geonet bør som min. placeres 20 cm under overside af det ubundne bærelag.

Ved indbygning af flere lag Tensar geonet har forsøg vist, at den totale tykkelse af de ubundne bærelag, jf. designdiagrammerne, yderligere kan reduceres med min. 10%. [Ref. 9]

Armeringstyper i 2 lagskonstruktioner

Tensar har påvist, at det øvre geonet i 2 lagskonstruktioner i visse tilfælde kan udgøres af mindre stift net. I praksis betyder det at der kan anvendes TriAx TX160 i bunden og TriAx TX 150 i toppen.

• Krav til materialer anvendt som ubundne bærelag

Designdiagrammerne er udarbejdet under forudsætning af, at der anvendes velgraduerede friktionsmaterialer som bærelag, med en karakteristisk friktionsvinkel > 35°. På basis af dette vurderes det, at bundsand 0-8, stabilgrus 0-32 mm, velgradueret bundsikring 0-90 mm, sprængsten, knust beton eller lignende direkte vil kunne anvendes i ubundne bærelag i forbindelse med brug af diagrammerne. Bemærk at kvaliteten, og dermed friktionsegenskaberne i form af friktionsvinklen for de valgte bærelag, naturligvis har indvirkning på de målte E-moduler op gennem konstruktionen.

• Indbygning af Tensar geonet

Vandholdig blød underbund er særlig følsom under indbygningen af grusbærelag, idet kraftig komprimering eller stor trafikbelastning meget let resulterer i store forøgelser i porevandtrykket. Dette resulterer typisk i en opblødning og dermed betydelige forringelser af den aktuelle bæreevne.

Da stort set alle blødbundsforekomster er forbundet med et meget højt vandindhold i underbunden, bør man om muligt tage følgende forholdsregler ved indbygningen af geonet som forstærkning.

Erfaringerne viser:

- At **komprimering** af bærelag på vandholdig underbund **med vibration** ofte er til ugunst for konstruktionen, idet påvirkningen **forøger porevandtrykket og** dermed midlertidigt **nedsætter bæreevnen**.
- At **stor trafikbelastning på for tynde grusbærelag** ligeledes kan være medvirkende til en forøgelse af porevandtrykket og dermed nedsætte bæreevnen.
- At der **ved komprimering uden vibration opnås komprimeringsgrader >95%** standard proctor på selv ekstremt bløde aflejringer ved indbygning af min. 50 cm bundsikring eller stabilgrus. **Denne komprimeringsgrad synes umiddelbart tilfredsstillende** for den nederste del af bærelaget.
- **Overlæg i samlinger:**
  Overlæg for **Tensar geonet** bør udgøre min. 30 cm for $E_u > 5$ MN/m^2. For $E_u < 5$ MN/m^2 bør overlæg udgøre min. 40 cm.

• Specifikation af MSL – ”mekanisk stabiliseret lag”

Stabiliseringseffekten er, som det fremgår af figur 7, meget produktafhængig. Efter introduktionen af de triaxiale geonet i 2007 har der været behov for at revurdere dimensioneringsværktøjer og krav til produktprofilerne på armeringstyperne i specifikationsøjemed.

Ud fra vores erfaring baseret på danske forsøg, som løbende udføres i felten, har vi kunnet eftervise forskelle under mange forskellige forhold.

Specifikation af triaxiale geonet baseret på tekniske produktdata kan være udmærket til at beskrive armeringstypen uden navn, men problemstillingen består i at beskrive et materiales egenskab i den indbyggede situation alene ud fra produktdata. Det er ganske enkelt ikke muligt! Styrke og deformationsegenskaber har naturligvis betydning, men faktum er, at evnen til at fastlåse, fastholde og trykfordele har langt større betydning.

Vores anbefaling er således at benytte Figur 7 som rettesnor til sammenlignende vurdering af de triaxiale geonet i forhold til de ”gamle” ekstruderede biaxiale stive geonet.

Viser dimensioneringen, at der skal anvendes TriAx TX160 - så kan der i princippet anvendes Tensar SS40 eller tilsvarende som alternativ Det samme gælder for TriAx TX150 – som alternativt kan erstattes af Tensar SS30 eller tilsvarende.

Der bør dog altid foreligge dokumentation for armeringens effekt under lignende forhold.

- **Designdiagrammer for Tensar geonet**

Designdiagram E_o = 30 MN/m^2
Belastningsklasse 1

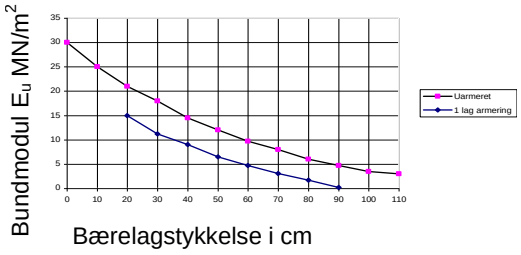


Diagram 1 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

Designdiagram E_o = 45 MN/m^2
Belastningsklasse 2

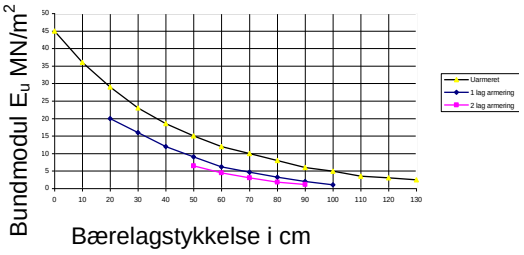


Diagram 2 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

Designdiagram E_o = 60 MN/m^2
Belastningsklasse 3

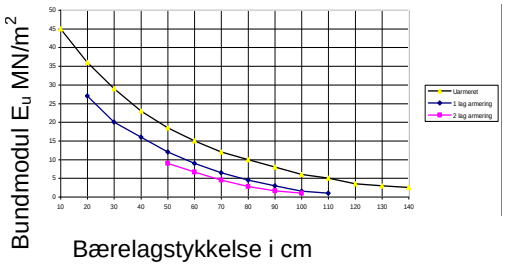


Diagram 3 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

Designdiagram E_o = 80 MN/m^2
Belastningsklasse 4

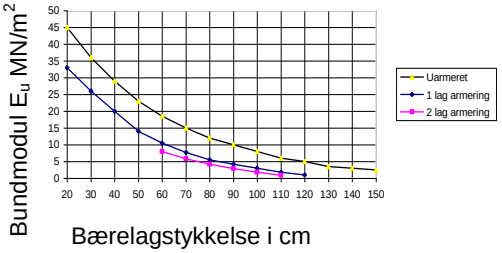


Diagram 4 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

Designdiagram E_o = 120 MN/m^2
Belastningsklasse 5

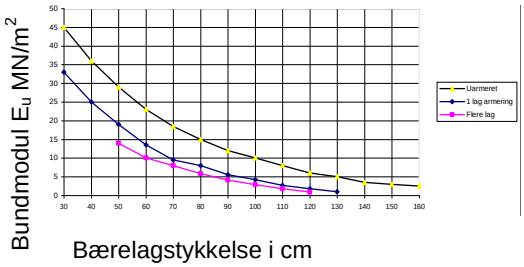


Diagram 5 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

Designdiagram E_o = 150 MN/m^2
Belastningsklasse 6

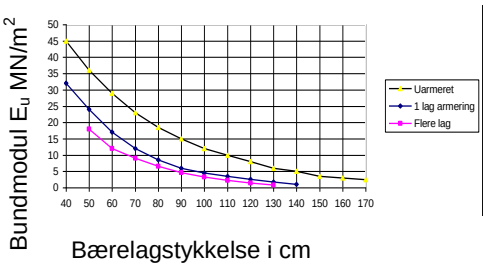


Diagram 6 – baseret på anvendelse af TriAx TX160

- **Eksempel 1 - Byggeveje**

Forudsætninger:

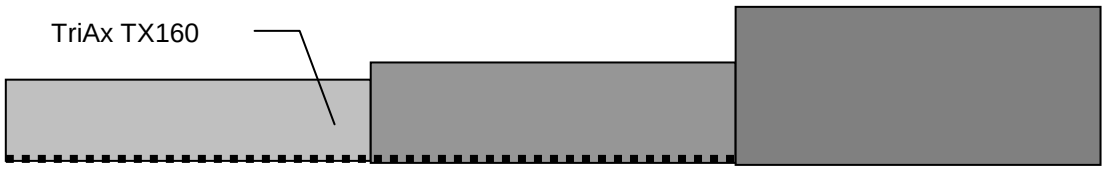
Anlæg af midlertidig byggevej på relativ slap moræneler – vingestyrken målt i området 40-50 kN/m^2. Vejen skal fungere i en kortvarig periode for trafik i forbindelse med tilkørsel af materialer. Det vurderes, at der er behov for et overflademodul svarende til ca. 30 MN/m^2. Der accepteres løbende opretning af vejen, såfremt belastningen måtte forårsage uacceptabel sporkøring. Som bærelag anvendes 0-90 mm velgradueret bundsikring.

Diagram og indgangsværdi:

Der anvendes designdiagram 1 - gældende for E_o = 30 MN/m^2 - belastningsklasse 1, jævnfør figur 5. Vingestyrken målt i området 40-50 kN/m^2 – svarer til E_u = 10 MN/m^2 , jævnfør figur 3.

Aflæst opbygning jævnfør designdiagram 1:

1 lag	1 lag	Uarmeret
TriAx TX160	Tensar SS20	
35 cm totalt	41 cm totalt	60 cm totalt



Bemærk!

Ved ændring fra Tensar TriAx TX160 til Tensar SS20 øges bærelaget med ca. 20%, jævnfør figur 7.

• Eksempel 2 - Lagergulve

Forudsætninger:

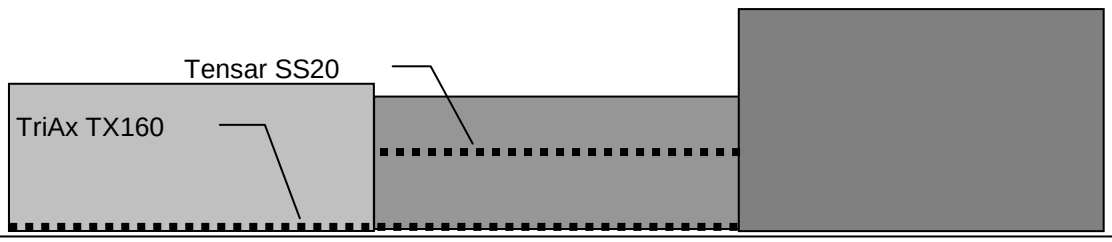
Etablering af lagerhal med flydende gulve på følsom moræneler - ved pladebelastning er målt E-moduler i råjordsplanum på ca. 5 MN/m^2. Der kræves et E-modul på 80 MN/m^2, målt på oversiden af det ubundne bærelag. Som bærelag anvendes 0-90 mm velgradueret bundsikring samt
0-32 mm stabilgrus fordelt med 2/3 bundsikring og 1/3 stabil.

Diagram og indgangsværdi:

Der anvendes designdiagram 4 - gældende for E_o = 80 MN/m^2 - belastningsklasse 4, jævnfør figur 5. E_u = 5 MN/m^2

Aflæst opbygning jævnfør designdiagram 4:

1 lag	2 lag	Uarmeret
	TriAx TX150 +	
TriAx TX160	TriAx TX160	
80 cm totalt	70 cm totalt	120 cm totalt



• Eksempel 3 – Tungt trafikerede veje

Forudsætninger:

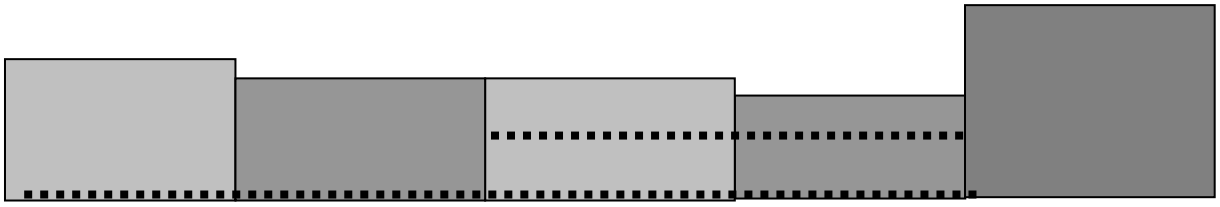
Etablering af tungt trafikeret vej - svarende til belastningsklasse 6. Ved pladebelastning er målt E-moduler i råjordsplanum på ca. 10 MN/m^2. Som bærelag anvendes 0-90 mm velgradueret bundsikring samt 0-32 mm stabilgrus fordelt med 2/3 bundsikring og 1/3 stabil.

Diagram og indgangsværdi:

Der anvendes designdiagram 5 - gældende for E_o = 120 MN/m^2 - belastningsklasse 5, jævnfør figur 5.
E_u = 10 MN/m^2

Aflæst opbygning jævnfør designdiagram 6:

1 lag	1 lag	2 lag	2 lag	Uarmeret
		TriAx TX150	TriAx TX160	
TriAx TX160	TriAx TX170	TriAx TX160	TriAx TX170	
75 cm totalt	68 cm totalt	65 cm totalt	58 cm totalt	110 cm totalt



Bemærk!

Ved ændring fra Triax TX160 til TriAx TX170 reduceres bærelaget med ca. 10% jævnfør figur 7. Afstand mellem geonet i 2 lags opbygning udgør ca. 40/38 cm. Øvre geonet indbygges i praksis i skillelaget mellem Bundsikring og Stabilgrus.

• Referencer

1. Prof. Voss Tyskland (1961)
   Beziehung zwischen E_{v2}-werten des Planums under Oberkante einer unterschiedlich dicken Frostschutzschicht aus Kiessand
2. J. P. Giroud, L. Noiray (1981)
   Geotekstilere-Reinforced Unpaved Road Design
3. Dr. F. P. Jaecklin, Prof. R. Floss, Technische Universität München, (1988)
   "Methode zur Bemessung von Geotekstilerien im Strassenbau auf besonders weichem Undergrund"
4. Guy T. Houlsby & Richard A. Jewell (1990)
   Design of reinforced unpaved roads for small rut depths
5. Van Zanten, R. Veldhuijzen (1986)
   "Geotekstileres and geomembranes in civil engineering"
6. Voskamp, Vim (1993)
   "Geogrids in road design - towards generic specifications"
7. DS 415, Fundering, februar 1984
8. A. Watn, H. Søgnen, E. Emdal (1996)
   Improvement of bearing capacity for traffic areas on soft subsoil - Large scale laboratory testing
9. Prof. Andrea Cancelli, Ing. Fillippo Montanelli (1997)
   Full scale laboratory testing on geosynthetics reinforcedpaved roads
10. Morten Vanggaard, Franck Geoteknik AS - Pladebelastningsforsøg udført i perioden august 1997 til juli 1999
11. Prof. Andrea Cancelli, Ing. Fillippo Montanelli (1998)
    In-Ground Test for Geosynthetic Reinforced Flexible Paved Road

byggros

Hovedkontor & lager
Egegårdsvej 5
5260 Odense S

Salgskontor
Springstrup 11
4300 Holbæk

Tlf.: 5948 9000
Fax: 5948 9005

info@byggros.com
www.byggros.com