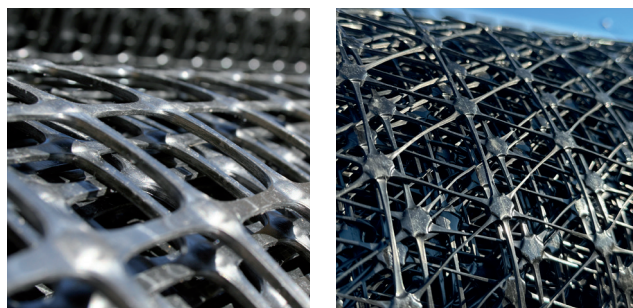


GS-GRID/E'GRID geonet

Vej- og pladsstabilisering

Designmanual





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 beregnings-metoder, 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 designmanual er udarbejdet på basis af vore resultater og kan anvendes i forbindelse med indbygning af GS-GRID / E'GRID 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.

Indhold

Anvendelsesområder	3
Grundbegreber	3
- Geonet eller geotekstil	
- Kraftoverførsel	
Underbundens styrke	
- vingeforsøg kontra pladebelastning	4
Kontrol af bæreevne før og efter indbygning	5
Belastningsklasser	5
Valg af geonet i forhold til belastning og underbundens styrke	6
- Valg af geonet i forhold til underbundensstyrke	6
- Valg af geonet i forhold til belastning	7
- Valg af geonet i forhold til maskestørrelse	7
- Flere lag geonet i samme opbygning	8
Krav til materialer der anvendes som ubundne bærelag	9
Indbygning af GS-GRID geonet	9
Designdiagrammer for GS-GRID	10
Eksempel 1 - Byggeveje	11
Eksempel 2 - Lagergulve	11
Eksempel 3 - Tungt trafikerede veje	12
Referencer	12



Anvendelsesområder

Anvendelsen af geonet i vejbygningsopaver har siden 90'erne 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, hvor komplicerede problemstillinger er blevet løst på en for alle parter tilfredsstillende måde.

Stabiliseringseffekten ved brug af geonet er i dag veldokumenteret og understøttes i praksis ved kontrolforsøg og indmåling af aktuel bæreevne. Derudover foretager vi løbende kontrolforsøg for at understøtte design og anbefalinger til indbygning kontrol af aktuel bæreevne.

Geonet kan med fordel anvendes indenfor følgende områder:

- 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.

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

Grundbegreber

Geonet eller geotekstil?

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

- Ekstruderede/stansede geonet er defineret som åbenmaskede net med triangulære eller kvadratiske masker, med en defineret styrke/deformation og kendetegnes ved at være stive i form og udseende samt faste knudepunkter.
- Svejste geonet kendetegnes ved at have veldefinerede maskerstørrelser samt punktsvejste knudepunkter, samt definerede styrke/deformations egenskaber.
- Vævede geonet er defineret som åbenmaskede net med en defineret styrke/deformation. De kendetegnes ved at være fleksible i form og udseende.
- Vævede geotekstiler defineres som tæt vævede eller fintmaskede net med en defineret styrke/deformation og definerede filteregenskaber.
- Ikke vævede geotekstiler (non wovens) defineres som enten termisk bundne eller nålede geotekstiler. De er primært fremstillet med henblik på separation, beskyttelse og filtrering. Ikke vævede geotekstiler kendetegnes endvidere ved at have relativt store bruddeformationer, typisk > 35% og fungerer alene som separationsdug i vej-kassen.

Kraftoverførsel

Der skelnes mellem to kraftoverførselsprincipper:

- Friktion
- Forkiling

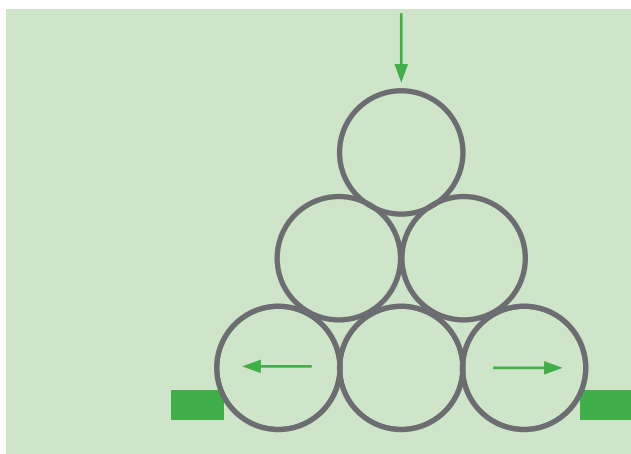
Alle typer armering overfører i en eller anden grad kræfterne

ved friktion, mens forkiling udelukkende er i forbindelse med de åbne geonet. Kraftoverførsel ved friktion hører typisk til de vævede og svejste geonet samt vævede 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 kombinationsdug ligger interaktionskoefficienten typisk i området 0,6 - 0,8.

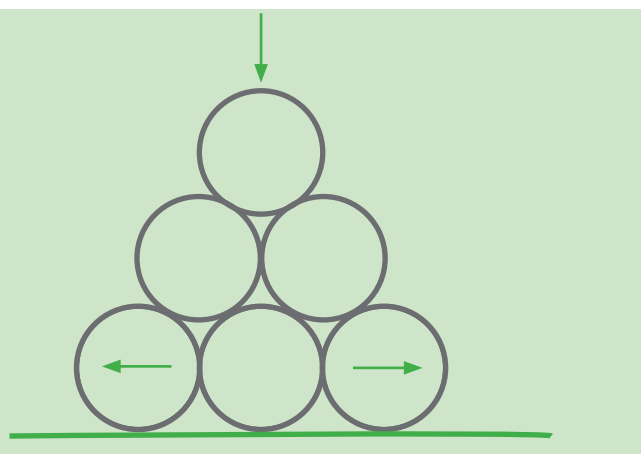
Kraftoverførsel ved friktion kan især udnyttes i forbindelse med vejdæmninger, pæledæmninger, støtemure og lignende, hvor påvirkningen er 2-dimensional og typisk kun sker i én retning. For vej- og pladsstabiliseringsopgaver forholder det sig anderledes - her er der tale om en 3-dimensional påvirkning.

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 udformning samt evnen til at fastlåse grusmaterialerne har stor betydning for effekten.

Kraftoverførslen ved forkiling sammenlignet med friktion kan skildres ved, at man placerer 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 overføres til geonettet, hvorved stabiliseringseffekten øges.



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 moræner, gytje eller lignende med højt vandindhold. Der tages forbehold for afvigelser.

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

Figur 3 Relationen mellem E-modul og vingestyrke som typisk findes for moræner, 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 i stand til, med endnu et forsøg på den færdige opbygning, at kontrollere den

aktuelle bæreevne i den færdige opbygning. Forsøget er relativt billigt at udføre, og man kan på et tidligt tidspunkt verificere en opbygning og eventuelt korrigere i opbygningen.



Figur 4 Pladebelastning på henholdsvis overside bærelag og overside planum.

Udførelse af pladebelastningsforsøg bør ske i henhold til "Referenceblad 6 - Statiske pladebelastningsforsøg" udgivet af Dansk Geoteknisk Forenings Feltkomite i 2005. Se: [Referenceblad nr. 6 – Statiske pladebelastningsforsøg – Dansk Geoteknisk Forening](#)

Scan her for link til referenceblad nr. 6



Belastningsklasser

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

Afsluttende E-modul E_o

Overside ubundne bærelag	Anvendelsesområde	Belastningsklasse
$E_o = 30 \text{ MN/m}^2$	Begrænset belastning - Cykelstier og midlertidige byggeveje	1
$E_o = 45 \text{ MN/m}^2$	Større belastning - Markveje og midlertidige byggeveje	2
$E_o = 60 \text{ MN/m}^2$	Let trafik - maksimalt akseltryk 6 t Villaveje og lignende, parkeringsarealer for personbiler	3
$E_o = 80 \text{ MN/m}^2$	Middel trafik - maksimalt akseltryk 8 t Middel trafikerede veje, parkeringsarealer, flydende gulve i lagerhaller	4
$E_o = 120 \text{ MN/m}^2$	Tung trafik - maksimalt akseltryk 12 t Tungt trafikerede veje, hovedveje og motortrafikveje, parkeringsarealer, containerpladser	5
$E_o = 150 \text{ MN/m}^2$	Svær tung trafik - maksimalt akseltryk 15 t Parkeringsarealer for meget tunge køretøjer, containerpladser, landingsbaner og lign.	6

Figur 5 Inddeling i belastningsklasser.



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

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

Valg af geonet i forhold til belastning og underbundens styrke

Forskellen mellem de forskellige geonet primært viser sig i sporkøring samt bæreevnetilvækst. Uanset belastning vil overflademodulet kunne relateres til nettypen - f.eks. har E'GRID T6 / GS-GRID SX160 større effekt end f.eks. GS-GRID B30/30. Reduktionen af sporkøring samt reduktion af bærelaget tykkelse er derfor afhængig af nettypen.

Effekten af en opbygning vil under samme forudsætninger kunne relateres til nettypens evne til fastlåsning af bærelaget, samt geonettets stivhed. For opbygninger placeret på samme underbund, med samme bærelagsopbygning, henholdsvis stabiliseret/ustabiliseret vil antallet af passager øges eksponentielt. Samtidig reduceres deformationerne på råjordsplanum. Jo bedre forklingssevne 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.

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 $E_u \approx 2-60 \text{ MN/m}^2$ målt på råjordsplanum, er der ved indbygning af 30-40 cm stabilgrus henholdsvis armeret og uarmeret fundet følgende sammenhænge:

Opbygning	Effektindeks $E_u \approx 2 \text{ MN/m}^2$	Effektindeks $E_u \approx 5 \text{ MN/m}^2$	Effektindeks $E_u \approx 10 \text{ MN/m}^2$	Effektindeks* $E_u \approx 60 \text{ MN/m}^2$
Uarmeret	20	35	50	70
GS-GRID B20/20 20 kN/m	70	70	75	80
GS-GRID B30/30 30 kN/m	90	90	90	90
GS-GRID B30/30L 30 kN/m	90	90	90	90
GS-GRID B30/30XL 30 kN/m	90	90	90	90
GS-GRID SX160	100	100	100	100
E'GRID T6 Hexagonalt geonet	100	100	100	100
GS-GRID B40/40 40 kN/m	100	100	100	100
GS-GRID B40/40L 40 kN/m	100	100	100	100
GS-GRID SX170	110	110	110	110
E'GRID T7 Hexagonalt geonet	110	110	110	110
E'GRID T9L Hexagonalt geonet	100	100	100	100

Figur 6 Som reference (indeks 100) anvendes E'GRID T6

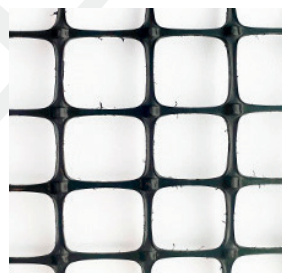
For GS-GRID og E'GRID typerne anvendes effektindekset i praksis som følger

Geonet type	Indvirkning på opbygning jf. designdiagrammerne
GS-GRID B20/20 og B20/20L	Aflæst bærelagstykkelse øges med 20%
GS-GRID B30/30 og B30/30L samt B30/30XL – reference	Aflæst bærelagstykkelse øges med 10%
GS-GRID B40/40 og B40/40L	Aflæst bærelagstykkelse anvendes direkte
E'GRID T6 Hexagonalt geonet	Aflæst bærelagstykkelse anvendes direkte
GS-GRID SX160	Aflæst bærelagstykkelse anvendes direkte
E'GRID T7 Hexagonalt geonet	Aflæst bærelagstykkelse reduceres med 10%
GS-GRID SX170	Aflæst bærelagstykkelse reduceres med 10%
E'GRID T9L Hexagonalt geonet	Aflæst bærelagstykkelse reduceres med 10%

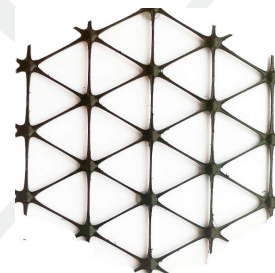
Figur 7 Effektindeks for GS-GRID/E'GRID serien.

For ekstremt lave E-moduler i planum er effekten af geonettet meget tydelige.

For stigende E-moduler i planum er effekten af geonettets tilstedeværelse aftagende. Ikke desto mindre vil der kunne registreres en bæreevne-tilvækst på ca. 25% ved indbygning af geonet på et råjordsplanum med en E-værdi $E_u \approx 50 - 60 \text{ MN/m}^2$.



GS-GRID biaxiale geonet



E' GRID hexagonale geonet

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
GS-GRID B20/20 og B20/20L					
	GS-GRID B30/30 og B30/30L				
	GS-GRID SX160 og E'GRID T6				
	GS-GRID B30/30XL, B40/40 og B40/40L				
	GS-GRID SX170 og E'GRID T7				
	E'GRID T9L				

Figur 8 Valg af geonet relateret til belastning.

Valg af geonet i forhold til maskestørrelse

Med hensyn til den maksimale korndiameter, bør valget af geonet ske efter følgende retningslinier:

Den maksimale kornfraktion som udlægges på et geonet, bør være maksimalt ca. 1,5-2,5 x maskestørrelsen for biaxiale geonet og tilsvarende ca. 2 x ribbelængde for triaxiale geonet.

Den minimale dæklagstykkelse udlagt på geonet bør være minimum ca. 2,5-3,0 x største korndiameter. Dog anbefaler vi altid en lagtykkelse på min. 20 cm for at opnå en optimal stabiliserende effekt.

Type	Dimension	Rudeåbning	Anbefalet tilslagsdiameter	Min. dæklag
GS-GRID B20/20	3,95 x 50 m	37 x 37 mm	0 - 80 mm	20 cm
GS-GRID B30/30	3,95 x 50 m	35 x 35 mm	0 - 80 mm	20 cm
GS-GRID B30/30	5,95 x 50 m	35 x 35 mm	0 - 80 mm	20 cm
GS-GRID B40/40	3,95 x 50 m	35 x 35 mm	0 - 80 mm	20 cm
GS-GRID SX160	3,90 x 50 m	Hexagonalt pitch 80 mm	0 - 80 mm	20 cm
GS-GRID SX170	3,90 x 50 m	Hexagonalt pitch 80 mm	0 - 80 mm	20 cm
E'GRID T6	3,90 x 50 m	Hexagonalt pitch 80 mm	0 - 80 mm	20 cm
E'GRID T7	3,90 x 50 m	Hexagonalt pitch 80 mm	0 - 80 mm	20 cm
E'GRID T9L	3,90 x 50 m	Hexagonalt pitch 120 mm	0 - 150 mm	40 cm
GS-GRID B30/30L	3,95 x 50 m	65 x 65 mm	0 - 150 mm	40 cm
GS-GRID B30/30L	5,95 x 50 m	65 x 65 mm	0 - 150 mm	40 cm
GS-GRID B40/40L	3,95 x 50 m	60 x 60 mm	0 - 150 mm	40 cm
GS-GRID B30/30XL	3,95 x 50 m	100 x 100 mm	0 - 200 mm	60 cm

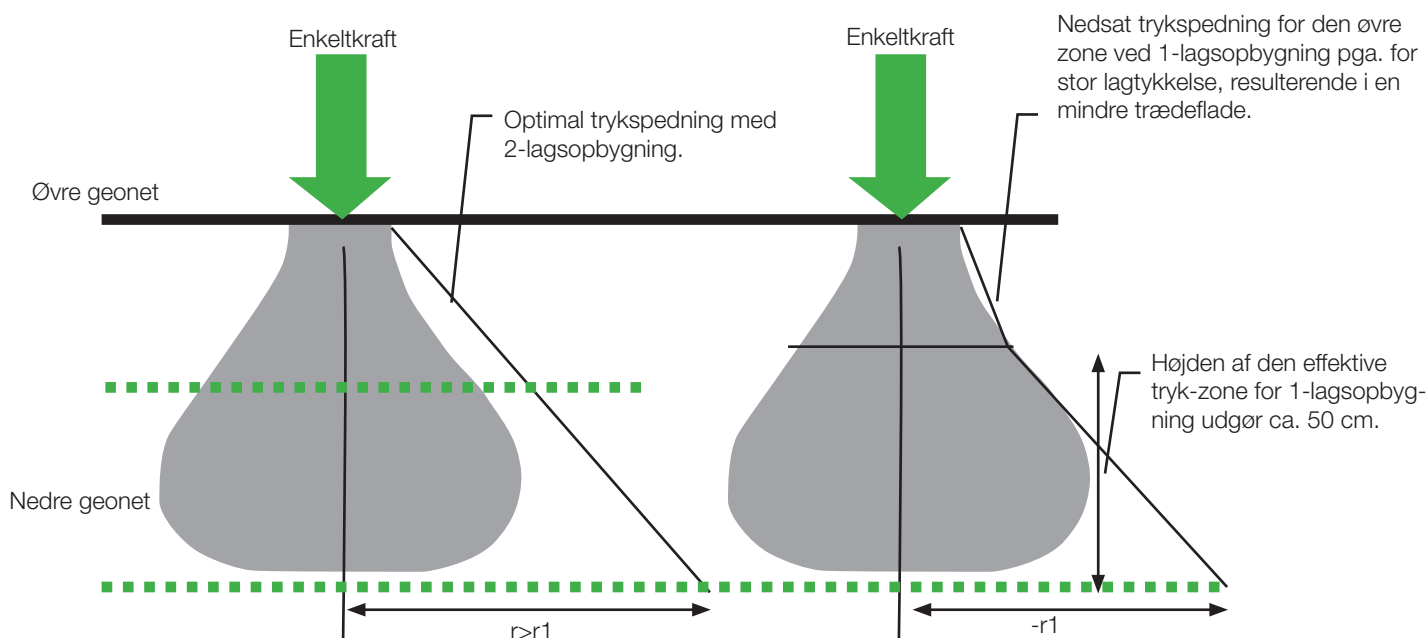
Figur 9 Valg af geonet relateret til maksimal korndiameter.



Flere lag geonet i samme opbygning

Når den totale bærelagstykkelse overstiger ca. 50 cm, kan man med fordel indbygge 2 eller flere lag geonet for at opnå maksimal trykspredning op gennem bærelagene. Dette skyldes samme mekanisme som ses i forbindelse med komprimering. Det vil sige 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 10.



Figur 10 Belastningen fra enkeltkraften får ved store bærelagstykkelser mindre indvirkning på det nederste lag geonet, hvormed der kan opnås yderligere trykspredningseffekt ved brug af flere lag geonet.

Ved forsøg har man fundet, at afstanden mellem de enkelt lag geonet bør udgøre min. 20 cm og maks. 50 cm. Det øverste lag geonet bør som minimum placeres 20 cm under oversiden af det ubundne bærelag.

Ved indbygning af flere lag GS-GRID/E'GRID geonet, vil den totale tykkelse af de ubundne bærelag kunne reduceres yderligere med ca. 10%.

Overlæg i samlinger

Overlæg for GS-GRID og E'GRID serien bør udgøre minimum 30 cm for $E_u > 5 \text{ MN/m}^2$. For $E_u < 5 \text{ MN/m}^2$ bør overlægget udgøre min. 40 cm.



Krav til materialer anvendt som ubundne bærelag

Designdiagrammerne er udarbejdet under forudsætning af, at der anvendes velgraduerede friktionsmaterialer som bærelag, med en karakteristisk friktionsvinkel $> 35^\circ$. 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 og E-moduler for de valgte bærelag, naturligvis har indvirkning på de målte E-moduler op gennem konstruktionen.

Indbygning af GS-GRID/E'GRID geonet

Vandholdig blød underbund er særlig følsom under indbygningen af grusbærelag, idet kraftig komprimering eller stor trafikbelastning meget let resulterer i store forøgelse 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 komprimeringsgrad $> 90\%$ målt ved vibrationsforsøg 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 GS-GRID- og E'GRID serien bør udgøre minimum 30 cm for $E_u > 5 \text{ MN/m}^2$. For $E_u < 5 \text{ MN/m}^2$ bør overlægget 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 feltet, 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 E'GRID T6 - så kan der i princippet anvendes GS-GRID B40/40 eller tilsvarende som alternativ.

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



Designdiagrammer for GS-GRID og E'GRID geonet

Diagram 1

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 30 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 1

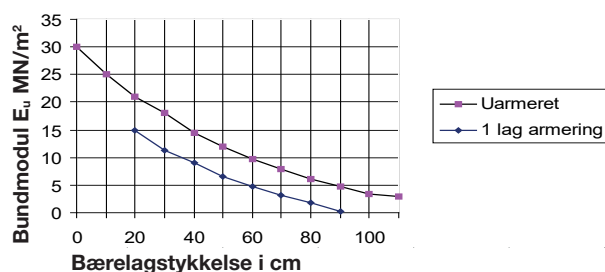


Diagram 2

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 45 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 2

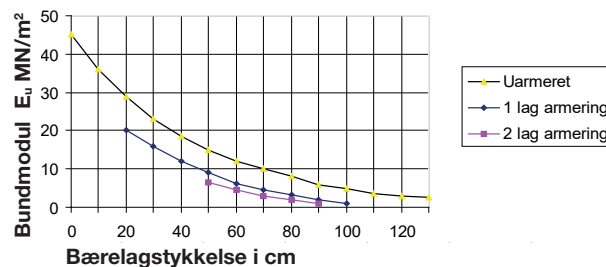


Diagram 3

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 60 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 3

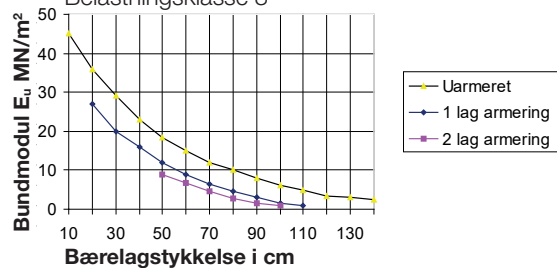


Diagram 4

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 80 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 4

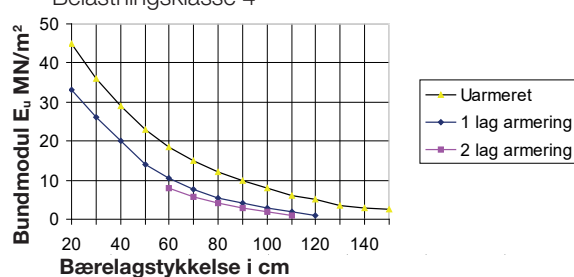


Diagram 5

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 120 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 5

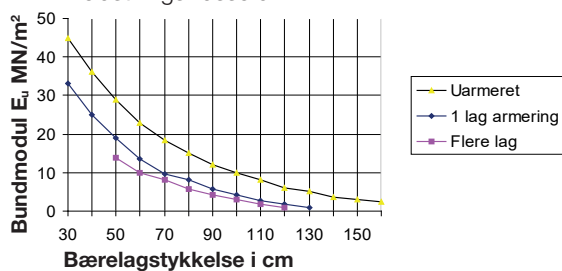
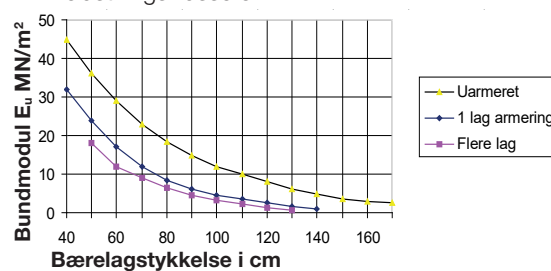


Diagram 6

Baseret på anvendelse af GS-GRID SX160 / E'GRID T6

Designdiagram $E_o = 150 \text{ MN/m}^2$
Belastningsklasse 6





Eksempel 1

Byggeveje

Forudsætninger

Anlæg af midlertidig byggevej på relativt slap moræneler. Vingestykken er 40-50 kN/m². 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/m². Der accepteres løbende opretning af vejen, såfremt belastningen måtte forårsage uacceptabel sporkøring. Som bærelag anvendes 0-90 mm velgraderet bundsikring.

Diagram og indgangsværdi

Der anvendes designdiagram 1 - gældende for $E_o = 30 \text{ MN/m}^2$ - belastningsklasse 1, jf. figur 5. Vingestykken i området er målt til 40-50 kN/m² - svarer til $E_u = 10 \text{ MN/m}^2$, jf. figur 3.

Aflæst opbygning, jf. designdiagram 1



NB! Ved ændring fra E'GRID T6 til GS-Grid B30/30 øges bærelaget med ca. 10%, jf. figur 7.

Eksempel 2

Lagergulve

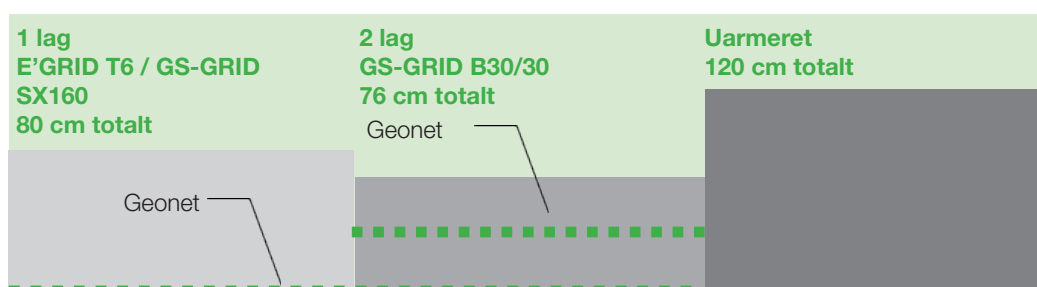
Forudsætninger

Etablering af lagerhal med flydende gulve på følsom moræneler. Ved pladebelastning er målt E-moduler i råjordsplanum på ca. 5 MN/m². Der kræves et E-modul på 80 MN/m², målt på oversiden af det ubundne bærelag. Som bærelag anvendes 0-80 mm velgraderet bundsikring samt 0-32 mm stabilgrus fordelt med 2/3 bundsikring og 1/3 stabilgrus.

Diagram og indgangsværdi

Der anvendes designdiagram 4 - gældende for $E_o = 80 \text{ MN/m}^2$ - belastningsklasse 4, jf. figur 5. $E_u = 5 \text{ MN/m}^2$

Aflæst opbygning, jf. designdiagram 4





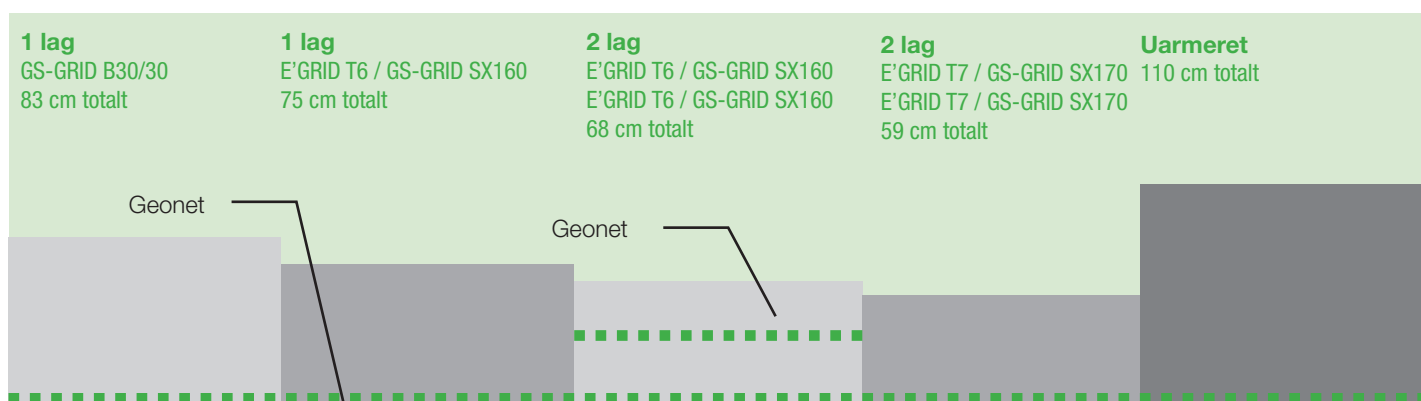
Eksempel 3

Tungt trafikerede veje

Forudsætninger

Etablering af tungt trafikeret vej - svarende til belastningsklasse 5. Ved pladebelastning er målt E-moduler i råjordsplanum på ca. 10 MN/m². Som bærelag anvendes 0-90 mm velgradueret bundsikring samt 0-32 mm stabilgrus fordelt med 2/3 bundsikring og 1/3 stabilgrus.

Aflæst opbygning jf. designdiagram 5



Bemærk: Ved ændring fra GS-GRID B30/30 til E'GRID T6 / GS-GRID SX160 reduceres bærelaget med ca. 10%, jf. figur 7.

Afstand mellem geonet i 2 lags opbygning udgør ca. 40 cm. Øvre geonet indbygges i praksis i skillelaget mellem Bundsikring og Stabilgrus.

Referencer

- 1. Prof. Voss Tyskland (1961)**
Beziehung zwischen Ev2-werten des Planums under Oberkante einer unterschiedlich dicken Frostschi tzschiicht aus Kiessand.
- 2. J. P. Giroud, L. Noiray (1981)**
Geotextile-Reinforced Unpaved Road Design.
- 3. Dr. F. P. Jaecklin, Prof. R. Floss, Technische Universität München, (1988)**
"Methode zur Bemessung von Geotextilien im Strassenbau auf besonders weichem Untergrund".
- 4. Guy T. Houlsby & Richard A. Jewell (1990)**
Design of reinforced unpaved roads for small rut depths.
- 5. Van Zanten, R. Veldhuijzen (1986)**
"Geotextiles and geomembranes in civil engineering".
- 6. Voskamp, Vim (1993)**
"Geogrids in road design - towards generic specifications".
- 7. A. Watn, H. Søgner, E. Emdal (1996)**
Improvement of bearing capacity for traffic areas on soft subsoil - Large scale laboratory testing.
- 8. Prof. Andrea Cancelli, Ing. Filippo Montanelli (1997)**
Full scale laboratory testing on geosynthetics reinforced paved roads.
- 9. Morten Vanggaard, Franck Geoteknik AS**
Pladebelastningsforsøg udført i perioden august 1997 til juli 1999.
- 10. Prof. Andrea Cancelli, Ing. Filippo Montanelli (1998)**
In-Ground Test for Geosynthetic Reinforced Flexible Paved Road.