

STANDBILAG NR. 4

Afgravningsmaterialers anvendelighed

Godkendt af	Enhed/netværk	Emne i KLS	Næste revision	Adgang	Journal nr.	Forfatter
GB/DT-BBM-BEF 26-01-2023	DT-BBM-BEF /Geoteknik	GeoteknikBBM	15-01-2024	x Intern x Ekstern	13/19366-4	GLER/BEF

STANDBILAG NR. 4

Afgravningsmaterialers anvendelighed

Jords anvendelighed til indbygning, dæmningsfast bund og planum

1. Generelt

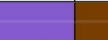
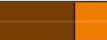
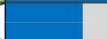
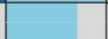
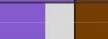
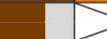
I nærværende bilag er udvalgte jordarters egenskaber beskrevet generelt med henblik på deres anvendelse til følgende formål:

Dæmningsfyld
Dæmningsfast bund og planum

I forbindelse med en konkret vurdering af jordlagenes egnethed til indbygning vil man oftest opleve, at enkelte jordarter passer på flere af de anførte beskrivelser i nærværende dokument. Her må der i forbindelse med angivelsen af farven træffes et valg ud fra en konkret vurdering af de enkelte jordlag med baggrund i retningslinjerne anført nedenfor. Morænalt præget ler kan indgå i alle de anførte lerkategorier, normalvis i de mindre anvendelige kategorier. De anførte værdier for vandindhold og optimalt vandindhold for de enkelte farver skal opfattes som vejledende værdier og ikke som en generel regel.

Der gøres opmærksom på, at der er forskel på komprimeringskravene i toppen og i bunden af dæmninger jf. AAB jordarbejde. De mindre egnede materialer skal derfor anvendes i bunden af dæmningerne hvor komprimeringskravene er mest lempelige. En høj grad af anvendelighed kræver et veltilrettelagt jordarbejde udført af en ansvarlig entreprenør med fokus på en bæredygtig tilgang. For materialerne er kategoriseringen baseret på indbygning svarende til komprimeringskrav i toppen af dæmningen uden stabiliserende tiltag. Der kan endvidere være specielle krav, primært ved indbygning af skrivekridt / kalk.

De trufne jordarters anvendelighed er angivet ved en farveskala på de geotekniske længdeprofiler. Materialernes vurderede potentiale for anvendelighed er voksende mod højre efter kategorierne som angivet i tabel 1.

Kategori	Uanvendeligt			Uanvendeligt / betinget anvendeligt		Betinget anvendeligt		Anvendeligt		Velegnet
Farve										
Jordforbedring										
Anvendelsesgrad Sommer										
Anvendelsesgrad Vinter										

Tabel 1: Materialers anvendelighed

Som udgangspunkt for vurderinger af egnetheden (farvelægningen) skal der forudsættes udførelse i en normalsommer og tilstødende forårs- og efterårsmåneder. Ved udførelse i vinterhalvåret må det påregnes, at en væsentlig større del af materialerne skal udsættes, og kun de velegnede materialer kan som udgangspunkt forventes anvendt uden udtørring. Såfremt tidsplanen ved udførelse i sommerhalvåret ikke tillader udtørring af materialerne, kan der kun påregnes anvendt anvendelige og velegnede materialer. Anvendelsesgradens afhængighed af udførelsestidspunktet er således illustreret i tabel 1 med en passende signatur.

Den anførte opdeling i forskellige kategorier af anvendelighed for jordarterne er skønnet på grundlag af prøvebedømmelse, laboratorieforsøg og erfaringer med tilsvarende jordarter fra andre lokaliteter. Ved vurdering af anvendeligheden for lermaterialer til indbygning bør erindres, at betegnelsen "ret fedt" kan medføre at leret skal placeres i en ringere kategori for anvendeligheden, mens en stor vingeforskydningsstyrke kan betyde at materialet kan placeres i en bedre kategori end ellers angivet. Ved vurdering af sandmaterialers egnethed til indbygning bør erindres, at materialets gradering har stor betydning for anvendeligheden, og betegnelserne "graderet" og særligt "velgraderet" kan medføre at materialet kan placeres i en bedre kategori for anvendelse, mens et stort siltindhold kan medføre at materialet skal placeres i en ringere kategori.

I forbindelse med vurdering af lermaterialernes egnethed til jordforbedring/jordstabilisering bør erindres, at udførelsestidspunktet har stor betydning for egnetheden. Jordstabilisering kan være problematisk i vinterhalvåret og perioder med stor nedbør, og udføres derfor normalvis bedst i sommerperioden og tilstødende forårs- og efterårsmåneder. Jordstabilisering skal desuden planlægges under hensyntagen til vejens permanente afvanding, som risikerer at lukke til ved et dårligt udført stykke jordarbejde. Potentialet for at stabilisere et lermateriale skal angives med en grå streg til højre for farven på længdeprofilerne jf. angivelserne i tabel 1. Vurderingen af potentialet for jordstabilisering vil altid bero på et konkret skøn for det trufne jordlag, evt. med støtte i laboratorieforsøg. De supplerende laboratorieforsøg, som kan overvejes, er bl.a. plasticitetsindeks og sigtning/slemning og evt. kalk- og/eller cementtilsætning. De anvendelige bindemidler ved jordforbedring/jordstabilisering for almindelige danske jordarter er angivet i tabel 2 nedenfor:

	Ler/Moræneler, fedt/meget fedt	Ler/Moræneler, ret fedt	Ler/Moræneler, siltet/stærk siltet/sandet Silt , stærkt leret	Silt, leret/sandet	Sand	Grus
Ip [%]	>25	10 - 25	4 - 10	0 - 4	-	-
BK						
BK/C						

Tabel 2: Anvendelsesområder for bindemidler.

Ip = Plasticitetsindeks BK = Brændt kalk C = Cement.

Grøn = velegnet Gul = Undertiden anvendelig.

Med henblik på en bæredygtig tilgang, skal alle materialer uanset den angivne farve, forsøges anvendt, hvis det i forbindelse med udførelsen eller efter anvisning fra bygherrens tilsyn vurderes, at den kan nyttiggøres. Vi gør opmærksom på at tilsætning af kalk og cement ikke nødvendigvis er den optimale løsning i forhold til en bæredygtig tilgang for projektet.

Fyld skal farvelægges på lige fod med alle andre jordarter, og vil kunne indgå i alle kategorier.

Silt må ikke indbygges nærmere færdig vejoverside end 1,2 m. Normalt varierer siltmaterialer oftest så

meget insitu, at det i praksis ikke er muligt at cementstabilisere materialerne. Genanvendelse af siltmaterialer kræver desuden meget gunstige vejrforhold, og en særlig komprimeringsindsats – eksempelvis tynde lag komprimeret ved gentagne overkørsler uden vibration.

2. Anvendelighed til indbygning

Afgravningsmaterialernes anvendelighed som dæmningsfyld er skønsmæssigt kategoriseret som følger:

2.1 Uanvendelige materialer

Uanvendeligt er anvendt om jordarter, som normalvis altid bør udsættes. Humusrig og gytjeholdig muld kan dog normalt anvendes til muldbeklædning af skråninger. Fedt og meget fedt LER skal altid placeres i denne kategori.

Materialerne omfatter:

Sort/hvid:		MULD (glødetab mindre end 5 á 6 % efter prVI 99-9) og muldet overjord.
Sort:		MULD (glødetab større end 5 á 6 % efter prVI 99-9).
Grøn:		TØRV og GYTJE. Sand og ler materialer der pga. organisk indhold forudsættes udsat, skal farvelægges grøn
Mørkeblå:		MORÆNELER, kalkholdigt, med stort vandindhold, $w_{nat} > 22 - 25 \%$, og $w_{nat} - w_{opt} > 10 - 12 \%$
Mørkeblå:		MORÆNELER, kalkfrit, w_{nat} typisk $22 - 25 \%$, og $w_{nat} - w_{opt}$ typisk $7 - 10 \%$
Mørkeblå:		LER, $w_{nat} > 19 \%$, og $w_{nat} - w_{opt} > 8 - 12 \%$
Mørkeblå:		SILT, leret

2.2 Uanvendelige/betinget anvendelige materialer

Uanvendeligt/betinget anvendeligt er anvendt om jordarter, hvor årstid og vejrlig er helt afgørende for om en større eller mindre del af disse jordarter kan indbygges, og hvor mulighederne for indbygning er afhængig af, at et eller eventuelt flere krav til udførelse eller anvendelse skal være opfyldt.

Lermaterialer i denne kategori kan normalt ikke nedtørres tilstrækkeligt og må derfor påregnes udsat.

For silt- og sandmaterialer i denne kategori vil anvendelsen i høj grad være afhængig af vandindholdet på udgravnings- og indbygningstidspunktet.

Den nødvendige nedtørring kan kun påregnes under meget gunstige vejrforhold, ved et dygtigt tilrettelagt jordarbejde. Nedtørringen kan fremmes ved udlægning i tynde lag på lange tip samt ved anvendelse af komprimeringsmateriel, der forøger overfladearealet under udlægning. En betydelig del af materialerne må dog påregnes udsat.

Materialerne omfatter:

Lyseblå:  MORÆNELER, kalkholdigt, W_{nat} typisk 19 – 22 %, og $W_{nat} - W_{opt}$ typisk 6 – 11 %.

Lyseblå:  MORÆNELER, kalkfrit, W_{nat} typisk 19 – 22 %, og $W_{nat} - W_{opt}$ typisk 6 – 11 %.

Kun under særligt gunstige vejrforhold (lang og tør sommerperiode) kan materialerne påregnes anvendt.

Gul:  SILT, sandet og SAND, fint, stærkt siltet.

Disse materialer er alle meget vandfølsomme og kræver en vis nedtørring for at kunne anvendes som dæmningsfyld. Materialerne kan normalt nedtørres under gode vejrforhold (sommerperioden) samt en hensigtsmæssig anlægslogistik (lange indbygningstip) og en tilstrækkelig rummelig tidsplan.

Materialerne må, af hensyn til frost, kun anvendes som dæmningsfyld under betingelse af, at de ikke indbygges nærmere færdig vejoverside end 1,2 m. Materialerne bør ikke indbygges i større samlede partier, men indbygges lagvis i den øvrige råjord.

Ved jordforbedring/stabilisering af silt og siltet sand opnås en betydelig bedre anvendelighed og modstandsdygtighed overfor vejrlig. Jordforbedring/stabilisering af silt og siltet sand kan udføres ned til temperaturer på ca. 10 °C. Udførelse må ikke foregå under nedbør. På grund af anvendelsen af cement kan jordforbedringen/stabiliseringen først ske i forbindelse med indbygningsprocessen. Behovet for jordforbedring vurderes ud fra projektets anlægslogistik og tidsplan på så tidligt et tidspunkt som muligt.

Materialerne bør ikke lægges i depot, men udlægges på tip umiddelbart efter udgravning for at begrænse udsætningen.

2.3 Betinget anvendelige materialer

Betinget anvendeligt er anvendt om jordarter, hvor årstid og vejrlig har en væsentlig indflydelse på anvendeligheden af disse, og hvor mulighederne for indbygning er afhængig af, at et eller eventuelt flere krav til udførelse eller anvendelse skal være opfyldt.

Generelt bør betinget anvendelige materialer ikke lægges i depot, men udlægges på tip umiddelbart efter udgravning for at begrænse udsætningen.

Materialerne omfatter:

Violet:  MORÆNELER, kalkfrit, W_{nat} typisk 15 – 20 %, og $W_{nat} - W_{opt}$ typisk 0 – 8 %.

Violet:



MORÆNELER, kalkholdigt, W_{nat} typisk 15 – 19 %, og $W_{nat} - W_{opt}$ typisk 4 – 7 %. Moræneleret kan anvendes som dæmningsfyld på betingelse af, at en vis nedtørring kan finde sted. Det kalkfrie moræneler er mere vandfølsomt end det kalkholdige. Den nødvendige nedtørring kan kun påregnes under gode vejrforhold (sommerperioden) samt en hensigtsmæssig anlægslogistik (lange indbygningstip) og en tilstrækkelig rummelig tidsplan.

Ved jordforbedring af lerjord kan der opnås en betydelig bedre anvendelighed og modstandsdygtighed overfor vejrlig. Jordforbedring kan normalt udføres ned til temperaturer omkring frysepunktet. Udførelsen skal foregå under hensynstagen til vejrforholdene. Behovet for jordforbedring vurderes ud fra projektets anlægslogistik og tidsplan på så tidligt et tidspunkt som muligt.

Hvid
Hvid/violet:



SKRIVEKRIDT / KALK, stedvis svagt leret (evt. lerindhold er på de geotekniske længdeprofiler markeret med en lodret violet stribe).

Anvendelse af kalk til indbygning kræver særlige foranstaltninger.

Materialerne kan genanvendes forudsat

- at de kun indbygges under gunstige vejrforhold.
- at de kun komprimeres til en mætningsgrad lige under 100 % (komprimeringen stoppes, når materialerne viser tendens til at blive "levende"),
- at de komprimeres straks efter udlægning, så regnvand forhindres i at sive ned i materialerne (alt udlagt materiale skal komprimeres og alle overflader skal etableres med rigeligt fald inden fyraften),
- at de ikke indbygges nærmere vejerside end 1,2 m.

2.4 Anvendelige materialer

Anvendeligt er anvendt om jordarter, hvor årstid og vejrlig kun i mindre grad har indflydelse på, om jordarterne kan indbygges, og hvor der normalt ikke stilles specielle krav til udførelse eller anvendelse.

Anvendelige materialer omfatter kalkholdigt moræneler med lavt vandindhold samt en gruppe sandmaterialer med frostkarakter +, +? og -, dvs. fra frostfølsomme til næsten frostsikre materialer.

Materialerne omfatter:

Brun:



MORÆNELER, kalkholdigt, W_{nat} typisk < 15 %, og $W_{nat} - W_{opt}$ typisk < 4 %.

Orange:



SAND, fint, svagt siltet – siltet. SAND svagt leret – leret.
SAND, fint – mellem, svagt siltet.

MORÆNESAND med lavt – moderat vandindhold.

MORÆNESAND, siltet, leret ofte med ret højt vandindhold.

Disse aflejringer er kun svagt - moderat vandfølsomme og relativt lette at nedtørre. Det bør dog tilstræbes, at de indbygges i en relativt tør periode. Materialerne kan normalt indbygges uden problemer i sommerhalvåret.

2.5 Velegnede materialer

Velegnet er anvendt om jordarter, som kan indbygges under (næsten) alle forhold.

Materialerne omfatter:

Rød:



SAND og GRUS uden væsentligt indhold af silt og ler og med frostkarakter – og -

Materialerne forventes at kunne indbygges uden problemer næsten uanset årstid og vejrforhold.

Materialerne er frostsikre og er de eneste materialer, der bør forekomme i dybder mindre end 0,8 m under færdig vejoverflade.

Materialerne kan normalt anvendes som dæmningsfyld under vand forudsat højst 15 % < 0,063 mm.

3. Dæmningsfast bund og planum

Følgende jordarter kan normalt ikke, medmindre andet er nævnt i SAB, accepteres som dæmningsfast bund eller i planum:

- Muld.
- Fyld, medmindre sammensætning og komprimeringsgrad dokumenteres og godkendes.
- Blødbund (tørv, tørvedynd, gytje).
- Svage lerjordarter, typisk med udrænet forskydningsstyrke $c_v < 30 - 40 \text{ kN/m}^2$ eller $w_{\text{nat}} > 30 - 40 \%$.
- Sand og silt med et stort organisk indhold (> 3 % - afhængig af afstand til planum).

Alle øvrige jordarter er normalt egnede som dæmningsfast bund og planum, når overbygningstykkelsen fastlægges under hensyn til frostfare og bæreevne. Et vist indhold af formluede rodgange og små rødder er uden betydning for vejen.