



JUN NYT

Stabiliseret jord som bundsikring

Kalkstabiliseret jord kan erstatte traditionel bundsikring af sand og grus. Denne nye viden betyder, der kan spares mellem 40% og 50% af de sand- og grusmaterialer, der i dag normalt anvendes i en traditionel vejkasse. En god løsning, hvis den projekteres og udføres korrekt.

Mangel på sand- og grusmaterialer, bevirker at der skal tænkes i alternative løsninger og valg af materialer. Samtidig har den grønne omstilling øget fokus på anvendelse af de materialer der findes lokalt og derved minimere transport af materialer mest muligt.

På de fleste anlægsprojekter er der et overskud af våd og klisteret lerjord, som ikke er indbygningseget på grund af et for højt vandindhold. Dette har kalkstabilisering heldigvis ændret på. Gennem 20 år har det på større anlægsprojekter været almindelig at anvende kalkstabiliseret lerjord under og i planum. Ved blot tilsætte ca. 1 % brændt kalk gøres den våde klistrede lerjord indbygningseget. Populært sagt "ler forvandler til grus".

Men hvad skal der til, for at kalkstabiliseret lerjord kan anvendes som bundsikring i vejkassen?

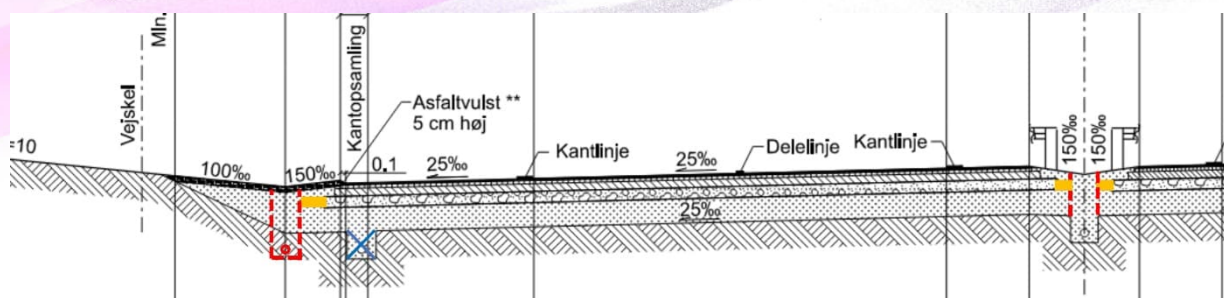
Generelt skal materialer, som anvendes til bundsikring opfylde tre egenskaber:

1. Vand fra planum må ikke trækker op i vejkassen – sikre der ikke dannes islinser.
2. Sikre vand, der siver ned gennem belægningen og vejkassen, drænes bort – sikre der ikke dannes islinser.
3. Bærer belastningen fra trafikken i den aktuelle dybde.

Et videns- og dokumentationsprojekt, som blev afsluttet i 2024, har afdækker, hvad der skal til for at kalkstabiliseret lerjord kan opfylde disse tre egenskaber.

Den nye viden er ved at blive implementeret i en ny udbudsforskrift for kalkstabiliseret jord, som forventes at ligge færdig omkring årsskiftet 2025/2026. Den nye udbudsforskrift for kalkstabiliseret jord vil således indeholde to regelsæt, så kalkstabiliseret lerjord både kan anvendes i og under planum, men også som bundsikring.





Forslag, filtergrus føres op gennem bundsikringslaget af kalkstabiliseret ler og hvordan stabilt gruslaget forbindes til filtergruset. Original fra Vejdirektoratets standardtværsnit.

Den nye viden er ved at blive implementeret i en ny udbudsforskrift for kalkstabiliseret jord, som forventes at ligge færdig omkring årsskiftet 2025/2026. Den nye udbudsforskrift for kalkstabiliseret jord vil således indeholde to regelsæt, så kalkstabiliseret lerjord både kan anvendes i og under planum, men også som bundsikring.

Videns-og dokumentationsprojekt

Når våd lerjord blandes med brændt kalk, sker der to reaktioner – en korttidsreaktion og en langtidsreaktion.

Ved korttidsreaktionen får den kalkstabiliserede lerjord friktionsegenskaber – egenskaber som sand og grus – samtidig med at der udvikles varme, som gør at en del af vandet i den våde ler fordamper. Friktionsegenskaberne og fordampningen af vand bevirker at jorden bliver indbygningseget.

Reaktionen mellem vand og brændt kalk gør at pH-værdien stiger. Bliver pH-værdien tilstrækkelig høj opstår en langtidsreaktion, hvor lerpartiklerne frigiver silicium og aluminium og der dannes pozzolane geler. Kombinationen af høj pH-værdi, dannelsen af pozzolane geler samt indbygning af den kalkstabiliseret lerjord ved et vandindhold lige over det optimale, er det der gør at kalkstabiliseret jord kan anvendes som bundsikring.

Dannelsen af pozzolane geler betyder at porestrukturen i den kalkstabiliserede jord blokeres, så længe den kalkstabiliserede lerjord er våd. Den lukkede porestruktur betyder at den fugtige kalkstabiliserede lerjord bliver kapillarbrydende, hvorfor vand fra planum ikke kan trække op i vejskassen – der dannes ikke islinser.

Den lukkede porestruktur medfører desuden at den fugtige kalkstabiliserede lerjord bliver impermeabel. Dette betyder at nedsivende vand kun når ned til oversiden af bundsikringslaget. Hvis ikke det nedsivende vand kan komme væk kan der dannes islinser. Denne udfordring kan løses ved drænkassen med filtergrus føre op gennem bundsikringslaget, som vist på eksemplet i figur 1. På denne måde vil eventuel nedsivende vand løbe af på oversiden af bundsikringslaget, hvorfra det bliver ført til dræn gennem filtergruset – der dannes ikke islinser.





Prøveemne efter uniaxialt trykforsøg.

Udviklingen af pozzolane geler medfører desuden, at der opnås en forøget styrke og bæreevne. Forsøgene viser, at der opnås en bæreevne på 100 MPa eller mere, hvilket minimum svare til bæreevnen for bundsikring af sand og grus – laget kan bære belastningen fra trafikken.

Idet der bygges dræn ind under vejaksen, vil der med tiden ske en udtørring af bundsikringslaget. Ved udtørring vil den stabiliserede ler stoppe med at udvikle pozzolane geler og allerede dannede pozzolane geler vil tørre ud. Udtørringen vil medføre at den kalkstabiliserede jord ikke længere er kapillarbrydende eller impermeabel. Dette har dog ikke nogen betydning, idet en udtørring betyder, at der ikke er vand i eller under laget. Er der ingen vand, så kan der heller ikke dannes islinser. Udtørringen vil desuden medføre at styrken og bæreevnen af den kalkstabiliserede jord øges.

Skal kalkstabiliseret lerjord anvendes som bundsikringsmateriale, så anbefales det, at der stabiliseres med 2% brændt kalk (sikre høj pH) og at jorden har et lerindhold på min. 10 % samt maks. 3 % organisk materiale.

Anvendelse i praksis

Fremadrettet vil der være to udbudsforskrifter – ”Kalkstabiliseret jord” og ”Jordstabilisering”.

Udbudsforskriften for Jordstabilisering er den, som vi kender, hvor stabilisering normalt foretages på stedet, ved at brændt kalk udlægges oven på lerjorden og efterfølgende fræses ned i lerjorden – populært kaldet stabilisering in situ. Udbudsforskriften for Kalkstabiliseret jord stiller krav til det færdigt produkt, der købes hos en producent, lige som for f.eks. stabilt grus – populært kaldet stabilisering på værk.

Ved at få et regelsæt for kalkstabiliseret jord, som et færdigt produkt, bliver det nemmere at anvende kalkstabiliseret jord på alle projekter uanset størrelse og placering. Dertil kommer at den kalkstabiliseret jord kan anvendes både i og under planum samt som bundsikring. Den nye udbudsforskrift vil derfor stille krav til kalkstabiliseret jord kvalitet I og kalkstabiliseret jord kvalitet II – lige som for f.eks. Bundsikringssand og -grus.





Kalkstabiliseret jord kvalitet I kan anvendes som bundsikringsmateriale, mens kalkstabiliseret jord kvalitet II kan anvendes i og under planum. Forskellen mellem de to kvaliteter er primært mængden af brændt kalk. For kalkstabiliseret jord, der anvendes til bundsikring, er det vigtigt at der opnås en høj pH-værdi (over 12) både på kort og lang sigt. Det er den høje pH-værdi, der sikrer de pozzolane geler er aktive indtil der sker en udtørring.

Kontrol af indbygning

For jordstabilisering (in situ) vil komprimeringen forsat blive kontrolleret ved måling af mætningsgrader med isotopsonden som kontrol af E-modulet ved måling med minifaldloddet.

Blandes den kalkstabiliseret jord på værk, vil der være et krav til producenten om, at den kalkstabiliseret jord oplagres i en afrettet mile i min. 7 døgn før salg/anvendes. Dette betyder at indbygningen kan kontrolleres i henhold til samme komprimeringskravene, som der er givet i AAB for Jordarbejder. Det vil sige udførelse af proctor-forsøg for bestemmelse af referenceværdi og måling med isotopsonden for bestemmelse af komprimeringsgraden. Udover komprimeringskravene skal det samtidig sikres, at vandindholdet under indbygning er over det optimale og at pH-værdien ved indbygning er større end 12. Dette sikrer en forsat dannelse af nye pozzolane geler.

Begrænsninger

Som for alt anden ny viden er der ting, som endnu ikke er undersøgt til bunds, hvorfor der på nuværende tidspunkt er nogle få uafklarede udfordringer, som fører til nogle få begrænsninger.

Kalkstabiliseret jord anbefales på nuværende tidspunkt ikke indbygget under vandspejl, da det endnu ikke er fuldt belyst om strømmende vand har en negativ indflydelse på styrken af den kalkstabiliserede jord på lang sigt. De første forsøg indikerer at indflydelsen er meget lille, hvis der er en indflydelse, men det skal undersøges yderligere.

Ligeledes anbefales det heller ikke at indbygge kalkstabiliseret jord i søer med dyreliv, idet der under og lige efter indbygning kan opstå en forhøjet pH af vandet i søen, som kan påvirke dyrelivet negativt.

Fremtidens perspektiver

Kalkstabiliseret jord anvendes i dag på flere forskellige måder. Nogle anvender kalkstabiliseret jord, der er solget, som erstatning for omkringfyldningen i ledningsgrave, andre anvender det i ledningsgravens tilfyldning og nu bliver det også muligt at anvende kalkstabiliseret jord som bundsikring.





Det gode ved kalkstabiliseret lerjord, er at det efter opgravning kan genindbygges og at de pozzolane geler reaktiveres ved genindbygning, når blot pH-værdien forsat er høj og der er vand til sted.



Buskmosevej anlagt i 2020.

Det afsluttede videns og dokumentationsprojekt viser kalkstabiliseret jord kan anvendes som bundsikringsmateriale. Projektet viser også at kalkstabiliseret jord har et potentiale til i fremtiden også at kunne erstatte stabilt grus, om ikke andet, så på veje med op til en vis trafikbelastning. Tænk, at det i fremtiden vil være muligt at bygge en ny vej, nærmest uden brug af sand og grus. Dette betyder at transporten af jord, sand og grus mindres voldsomt, hvorved der opnås break-even på CO₂ samtidig med det giver bygherre en økonomisk besparelse. Faktisk blev denne vej bygget allerede tilbage i 2020 og her i 2025 ligger Buskmosevej i Sønderjylland forsat fint.

