

VEJLEDNING

JORDSTABILISERING – VEJL.

UDBUD

MARTS 2018

VEJREGLER

FORORD

Udbudsforskrift for Jordstabilisering er udarbejdet af vejregelgruppen for Jord, grus og brolægning. Første udgave udkom som udbudsforskrift for kalkstabilisering i juni 2010, senere opdateret i marts 2013 og senest denne udgave. Den væsentlige ændring er justering af grundlaget for udbudsforskrifterne som følge af normrevisioner.

Gruppen har primo 2018 følgende sammensætning:

Civilingeniør Caroline Hejlesen, Vejdirektoratet, formand
Civilingeniør Christian Fræhr, Sweco Danmark A/S, sekretær
Ingeniør Jette Bork, Sønderborg Kommune
Teknisk chef Lars Møller Nielsen, NCC Råstoffer A/S
Civilingeniør Morten Vanggaard, Banedanmark
Specialkonsulent Torben Overgaard, Boes Consulting
Ingeniør John Skalshøj, Per Aarsleff A/S
Civilingeniør Finn Thøgersen, Vejdirektoratet
Ingeniør David S. Johnsen, Vejdirektoratet
Direktør Martin Peters, SR-Gruppen A/S (deltog ved opdateringen af denne udbudsforskrift)

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	ALMENT	4
1.1	Væsentlige ændringer	5
2	MATERIALER	5
2.1	Laboratorieforsøg	6
3	UDFØRELSE	7
3.1	Miksning	7
3.2	Komprimering	8
4	KONTROL	12
4.1	Dokumentation	12

1 ALMENT

"Udbudsforskrift for Jordstabilisering" indeholder:

Vejledning

Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)

Paradigme for særlig arbejdsbeskrivelse (SAB-P)

Paradigme for udbudskontrolplan (UKP-P)

Paradigme for tilbuds- og afregningsgrundlag (TAG-P)

Paradigme for tilbudsliste (TBL-P)

Udbudsforskriften for Jordstabilisering indgår i det modulstrukturerede system af udbudsforskrifter.

Baggrunden for udbudsforskriften for Jordstabilisering er ønsket om at tilvejebringe et ensartet teknisk grundlag dels for entreprenørernes tilbudsgivning dels for vejbestyrelsernes behandling af udførelse af jordstabilisering.

Ved udarbejdelse af udbudsforskriften for Jordstabilisering tænkes der primært på anvendelse, hvor jorden har for ringe bæreevne og/eller er for opblødt til komprimering.

Udtrykket jordstabilisering anvendes, når der arbejdes med forbedret bæreevne af råjordsplanum, mens udtrykket jordforbedring anvendes ved forbedring af jord til f.eks. indbygning i dæmningslag.

Stabilisering af kohæsionsjord med brændt kalk (kalciumoxid) medfører en umiddelbar forbedring ved reduktion af vandindhold og plasticitet samt en øget bæreevne. Stabilisering af friktionsmaterialer med cement giver i løbet af nogle dage en øget bæreevne, idet de enkelte partikler bindes sammen. Ved jord, der både har friktions- og kohæsionsegenskaber, kan der med fordel stabiliseres med en blanding af kalk og cement, hvorved egenskaber fra begge bindere tilføjes jorden. Stabilisering med kalk og cement medfører normalt, at jorden kan bære almindeligt jordflytningsmateriel, komprimeres tilfredsstillende og fungere som underlag for opbygning af efterfølgende lag.

Anvendelse af jordstabilisering/jordforbedring giver mulighed for at bruge materialer, der ellers ville blive kasseret. Endvidere kan jordstabilisering/jordforbedring medvirke til øget fremdrift af arbejdet. Ved tilsætning af brændt kalk påregnes en vis frostforbedring af underbunden. Eksakt viden om dette under danske forhold er endnu beskeden. Modsvarende kan ikke regnes nogen frostforbedring ved stabilisering med cement.

Udbudsforskriften har til formål at beskrive kravene til kvaliteten af det udførte arbejde, og hvorledes entreprenøren skal sikre kvaliteten af det udførte arbejde, således at skader i form af ujævnheder, sætninger, revner m.v. samt slitage på vejanlæggene kan reduceres.

Hvad angår miljømæssige forhold henvises til Miljøministeriets regler. Da lovgivningen på miljøområdet løbende justeres, anbefales det, at det aktuelle lovgivningsgrundlag altid tjekkes. Forskrifter vedrørende arbejdsmiljø er ikke omtalt.

1.1 Væsentlige ændringer

Udbudsforskriften er opdateret i forhold til nye og reviderede standarder og der er indført krav om CE-mærkning af kalk og cement.

2 MATERIALER

Der kan være mange fordele forbundet med anvendelse af stabiliserede materialer både økonomisk, miljømæssigt og trafikalt.

Tabel 1 viser anvendelsesområder for bindemidler til stabilisering af typiske danske jordarter.

	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						
BK/SL						
BK/FA						
C/SL						
C/FA						
C						
Ip = plasticitetsindeks BK= brændt kalk C= cement SL= højvovnsslagge FA = flyveaske Grøn = velegnet gul = undertiden anvendelig						

Tabel 1. Anvendelsesområder for bindemidler.

Ved anvendelse af højvovnsslagge og især flyveaske skal man være opmærksom på at styrkeudviklingen foregår langsommere end ved anvendelse af cement.

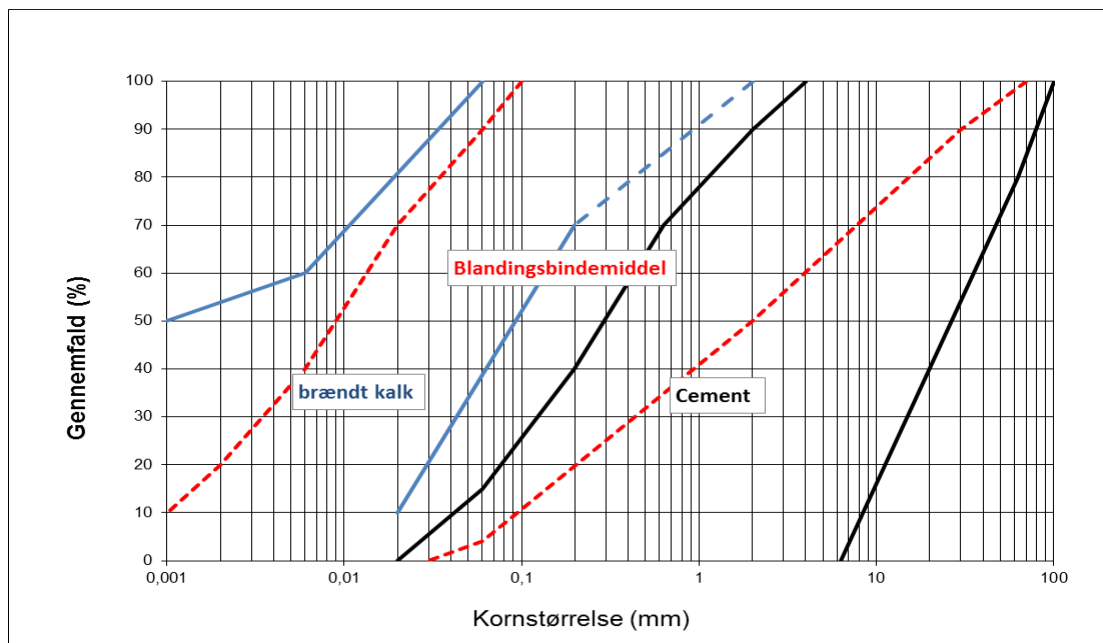
Figur 1 viser anbefalede bindemidler for forskellige kornstørrelsesfordelinger af jordarter.

Kalken, som anvendes til stabiliseringen af lerjord, skal være brændt kalk eller hydratkalk. Hydratkalk er brændt kalk tilsat vand, og kan være tørlæsket eller vådlæsket. Ved anvendelse af hydratkalk kan der ikke stilles temperaturkrav.

Ved anvendelse af læsket kalk skal man være opmærksom på, at der bindes mindre vand fra lerjorden i kalkstabiliseringsprocessen. Hydratkalk (tør- eller vådlæsket) kan med fordel anvendes, hvor man har en forholdsvis tør lerjord, som man ønsker at stabilisere.

For at sikre en homogen stabilisering kan det anbefales, at der ikke anvendes en for grovkornet kalk. Man skal dog være opmærksom på at en meget finkornet kalk vil støve mere end en grovere.

Som udgangspunkt kan der vælges en brændt kalk i klasse CL 90 i henhold til DS/EN 459-1, som har en god reaktion, hvorfor der er krav til en klasse R4. I SAB-P er det muligt at stille krav til kornkurvefordeling for kalken. Vælges det at stille krav til kornkurvefordelingen for kalken, så anbefales det at anvende kravene til klasse P3.



Brændt kalk kan typisk anvendes i området indenfor de to blå linjer, blandingsbindemidler så som brændt kalk + cement eller brændt kalk + højovnsslagge kan typisk anvendes indenfor de to stiplede røde linjer, mens cement typisk kan anvendes indenfor de to sorte linjer.

Figur 1. Bindemidler for forskellige kornstørrelsesfordelinger.

2.1 Laboratorieforsøg

Ved forsøg i laboratoriet skal man være opmærksom på, at bindemidlet som anvendes er det samme bindemiddel, der vil blive anvendt ude i marken. Desuden skal man være opmærksom på, at bindemidlet, der anvendes til forprøvning ikke har været åbnet så længe, at det kan have suget fugt og dermed ændret karakter, da dette kan give misvisende resultater.

I laboratoriet er det vigtigt, at der blandes en homogen prøve af jord og bindemiddel. Blanding af lerholdig jord bør derfor ske i en lynhakker og ikke i en røremaskine. I lynhakkeren blandes lerjorden hurtigt til en homogen blanding, hvilket kan være meget svært at opnå i røremaskinen.

Ved bestemmelse af proctorkurven er det vigtigt, at der opnås 3 punkter på den våde gren, da stabiliseringen i marken altid skal ske ved et vandindhold over det optimale for at kunne overholde kravet til mætningsgraden.

Ved blanding af jord og bindemiddel sker der en række reaktioner, som bevirker at bindingerne mellem bindemiddel og materialekornene bliver stærkere over tid. Det er derfor nødvendigt at blande nyt materiale til hvert punkt på proctorkurverne.

Specifikationen DS/EN 14227-15 (Hydraulisk stabiliseret jord) er gældende for jord stabiliseret med kalk, cement, vej-bindemiddel eller en blanding af disse. Således udføres forprøvningen og kontrollen ens - uafhængigt af stabiliseringsmiddel.

Forprøvning kan f.eks. udføres ved stabilisering med 1, 1,5 og 2 % bindemiddel eller hvad der passer til det givne projekt. Der udføres Proctor-forsøg med CBR for hvert bindemiddelindhold (her 1, 1,5 og 2 %).

Ved stabilisering med cement skal man være opmærksom på, at reaktionen mellem jord og cement sker over flere dage, og at hastigheden er afhængig af temperaturen, således at der sker en hurtigere hærdning ved høje temperaturer.

Til at vurdere mængden af bindemiddel, der skal tilsættes en given jordart ved et givent vandindhold, kan det anbefales at den initiale CBR-værdi (IPI) som minimum er 10 %, og at den efter 4 døgns vandlagring er steget til mindst 15 %.

Den initiale CBR-værdi bestemmes ved at udføre Proctor indstampning inden for 1 time efter prøven af jord, bindemiddel og vand er blandet. CBR-forsøget udføres inden for 1½ time efter prøven er blandet.

Ved vandlagringen skal Proctor indstampningen stadig være udført inden for 1 time efter prøven er blandet, og CBR-forsøget udføres efter, at prøverne er blevet lagret under vand i 4 døgn. For at undgå at lave mange indstampninger kan det anbefales, at man vandlagrer de enkelte prøver efter udførelsen af den initiale CBR-værdi, hvorefter den vandlagrede CBR-værdi måles i den modsatte ende af prøven.

Ved stabilisering med brændt kalk og puzzolaner er det vigtigt at tilføre nok brændt kalk til at nå en pH i jorden $>10,5$. Ved pH større end 10,5 vil jordens lerminerale (og andre puzzolaner) kunne opløses og genudfældes som cement-mineraler og/eller gel. Denne proces vil kunne foregå så længe pH er høj nok, og der er Ca-ioner samt puzzolaner til stede. Derved sikres, at det stabiliserede materiale kan opretholde sin styrke over tid. pH kan tjekkes ved titrering eller med pH-meter.

Opbrydes en kalkstabiliseret ler vil de dannede geler sikre, at leren kan genvinde sin stabilisering efter genkomprimering.

Hvis flyveaske mv. ønskes anvendt, skal det iagttages, at den hydratiserende reaktion kræver tilstedeværelse af en calciumkilde, som kalk eller cement.

3 UDFØRELSE

Kvaliteten af den stabiliserede underbund, dvs. opnåelse af foreskrevne bæreevne kan styres gennem forprøvning og kendskab til råjorden.

I denne fase gennemføres ofte en optimering ved justering af tilsætningen af stabiliseringsmiddel, der tager udgangspunkt i jordens tilstand i det givne øjeblik.

3.1 Miksning

Afhængig af underbundens geologiske oprindelse kan der være et større eller mindre naturligt indhold af sten. Store sten kan medføre risiko for skader på mikseudstyret afhængig af dette. Med et godt kendskab til geologien i det aktuelle område kan entreprenøren vurdere, i hvilket omfang der skal foretages en mekanisk sikring mod sten. Dette vil typisk kunne ske via en dybdeharvning/grubning af jorden til den dybde, der ønskes stabiliseret.

Kvaliteten af miksningen bestemmes ved pulveriseringsgraden.

Pulveriseringsgraden skal være større end eller lig 60 %, det vil sige at maksimalt 60 % af det miksede materiale består af klumper større end 5,6 mm. Er der mere end 60 % klumper over 5,6 mm i det miksede materiale, så kan det være en indikation af for lidt bindemiddel i forhold til det naturlige vandindhold og/eller forkert bindemiddel. Samtidig skal man være opmærksom på at det ved stort indhold af bindemiddel kan være nødvendigt at udføre miksningen af 2 gange for at opnå en tilstrækkelig homogenitet.



Pulveriseringsgrad. Materialet på billedet til venstre har en acceptabel pulveriseringsgrad, mens materialet på billedet til højre ikke opfylder kravet om maksimalt 60 % over 5,6 mm. De gule og sorte firkanter i bjælkerne er 16 mm på begge leder.

Normalt udlægges og fræses jorden i lag af 0,40 m. Lagtykkelsen bør ikke overstige 0,40 m, da der ellers ikke er tilstrækkelig med plads i fræseren til at sikre en homogen blanding. Ligeledes bør lagtykkelsen ikke være mindre end 0,20 m.

Der skal påregnes en volumenudvidelse på 2 % pr. 1 % tilsat kalk. 1 % kalk svarer til 8 kg pr. m² i 0,40 m dybde.

Skal et kalkstabiliseret areal anvendes som kørevej anbefales det, at der stabiliseres til en større bæreevne (f.eks. 90 MPa) end de 60 MPa, der er sat som krav til det færdige planum samt at der stabiliseres i to lag ved råjord. Den større bæreevne gør, at overfladen ikke er så følsom over for vand og frost, og derved heller ikke så nemt køres i stykker. Ved tung trafik på kun et lag stabiliseret råjord må det forventes, at det stabiliserede lag køres i stykker (laget knækker). To lag giver den fornødne stabilitet.

Ønskes det at gøre kalkstabiliserede materialer mindre følsomme over for variationer i bæreevne som følge af årstiderne samt mindre følsom over for sætninger og krybninger kan der stabiliseres med 0,5 % højere kalkindhold end nødvendigt for at opfylde styrkekrav. Det samme gør sig gældende for områder med dårlig afvanding, da en højere dosering med brændt kalk gør jorden mindre vandfølsom.

Bindemidler bør ikke udlægges på åbne vandoverflader, idet der kan opstå støvspreddning i forbindelse med dampekspllosioner.

3.2 Komprimering

Komprimering udføres efter materialets blanding. Valg af udførelsesmetode foreslås af entreprenøren.

Komprimeringen af jord behandlet med bindemiddel bestemmes ved mætningsgraden og bæreevnen, mens komprimeringen af ubehandlet jord bestemmes ved komprimeringsgraden i forhold til en referenceværdi.

Når jord og bindemiddel blandes begynder der en reaktion og hærdningsproces, som bevirker at bindingerne mellem de enkelte korn øges med tiden. Derved er det ikke muligt at lave en reference for komprimeringsgraden i laboratoriet. Det er derfor valgt at måle mætningsgrad og bæreevne.

Ved bestemmelse af mætningsgraden er det vigtigt, at der måles lige efter komprimering, da en udtørring af laget vil bevirke, at kravet til mætningsgrad ikke kan overholdes. Det er i den forbindelse vigtigt at være opmærksom på, at måling af mætningsgrad og bæreevne begge er nødvendige. Det skal ligeledes bemærkes, at "lige efter komprimering" betyder få minutter efter komprimering. På en varm – tør dag – kan det være 2 minutter efter komprimering og, ellers op til ca. ½ time på en grå og fugtig efterårsdag.



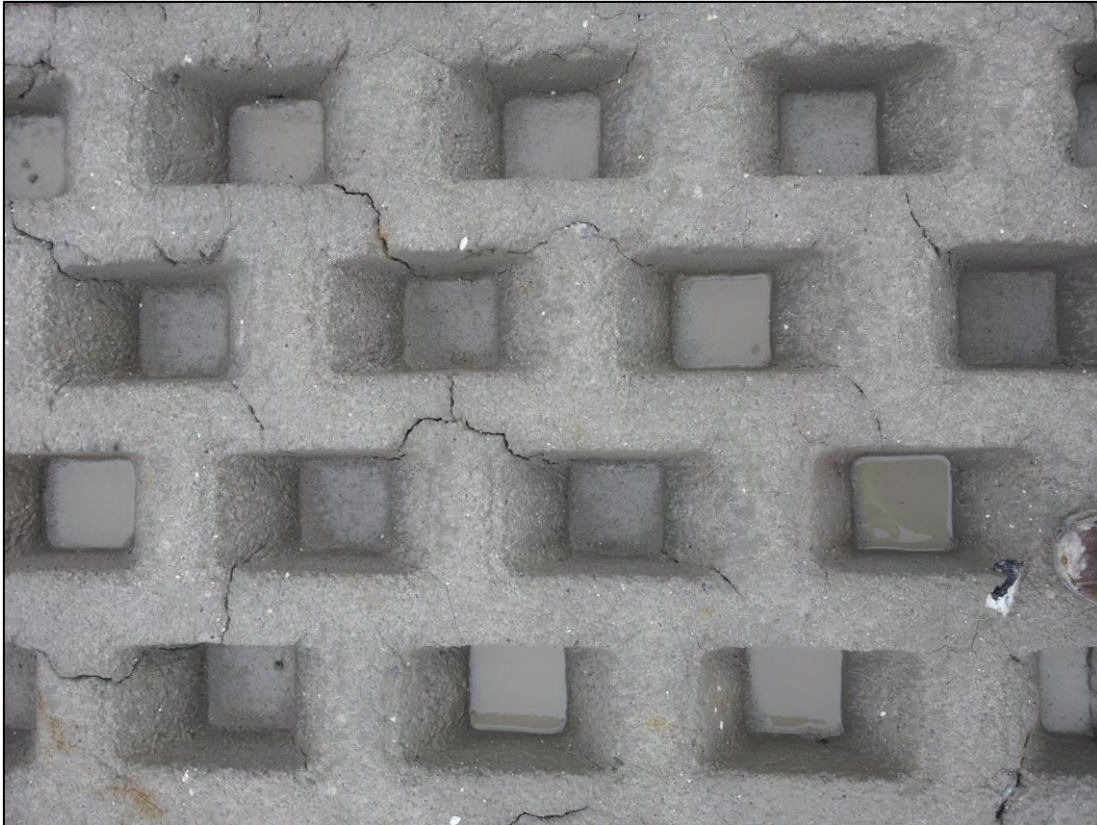
Våd siltet lerjord med ringe bæreevne.



Jorden fræses efter at kalken er udlagt.



Kalkstabiliseret jord efter komprimering.



Komprimeret jord – for våd.



Komprimeret jord – for tør.

Komprimering udføres ikke på frosne materialer, da frosne klumper ikke kan komprimeres ordentligt og den efterfølgende optøning medfører reduceret bæreevne.

4 KONTROL

Der skal udarbejdes en kontrolplan for entreprisen på grundlag af udbudskontrolplanen, resultater fra projektgennemgangen og den udførendes kvalitetsstyringspraksis.

Kontrolplanen skal opdele anlægget i passende kontrolafsnit.

Inden for hvert kontrolafsnit fastlægges kontrolomfang, som bør tilpasses de mulige konsekvenser af fejl. Inden for de enkelte afsnit skal kontrolplanen blandt andet dokumentere oplysninger om hvad der kontrolleres, hvor der kontrolleres, hvordan der kontrolleres (kontrol-metode), hvornår der kontrolleres og frekvens, kriterier for godkendelse, krav til dokumentation og kontrollant.

Ved udarbejdelse af kontrolplanen målrettes kontrollen mod følgende kritiske emner:

- mætningsgrad
- bæreevne
- jævnhed (overflade)
- pulveriseringsgrad

Af hensyn til dimensioneringen kræves almindeligvis en bæreevne hvor gennemsnittet af fem målinger er større en 60 MPa og ingen enkeltværdier under 55 MPa for stabiliseret planum inden for 3 døgn. Ved jordforbedring skal der opnås en bæreevne på mindst 25 MPa inden for 12 timer. Der sker normalt en forøgelse af bæreevnen over tid og med temperatur. Såfremt bæreevnekravet ikke er nået efter 3 døgn må påregnes tilsat mere stabiliseringsmiddel eller foretages andre foranstaltninger, jf. afsnit 2.

4.1 Dokumentation

Kontroldokumentationen foreligger i form af kontrolskemaer, blanketter, følgesedler, prøveattester, certifikater osv. I kontrolplanen henvises entydigt til relevant kontroldokumentation.

Original kontroldokumentation skal opbevares på systematisk form og tilsynet skal have fuld adgang til kontroldokumentationen.

Materialer og komprimering kontrolleres på grundlag af givne krav og de anførte prøvningsmetoder.



Vejdirektoratet

Havnegade 27
Postboks 9018
1058 København K
Telefon 7244 3333

vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

vejregler@vd.dk
vejregler.dk

EAN: 9788793689114



Transport-, Bygnings-
og Boligministeriet

VEJREGLER