



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Veileder for geoteknisk vurdering ved anleggelse av gravplass – versjon 2

Inghild Halvorsen Økland og Trond Knapp Haraldsen

Versjon 2 – November 2022

Innhold

Innledning	1
Bakgrunn	1
Gravplassforskriften	1
Befaring	3
Relevante fysiske forhold	3
Faglig drøfting	4
Tiltak	4
Jordsmonnsundersøkelser	5
Relevante fysiske forhold	5
Jordens egenskaper	5
Jordprofilbeskrivelser	6
Jordprøveanalyser	7
Eksempel på jordprofilbeskrivelse (fra Økland & Haraldsen, 2018):	8
Faglig drøfting	11
Tiltak	13
Massehåndtering	13
Jordblandinger	13
Stein og blokk	14
Beplantning	14
Dreneringsbehov	15
Relevante fysiske forhold	15
Faglig vurdering	15
Tiltak	15
Kontaktdrenering	17
Område/feltdrenering	17
Samlet vurdering av et område	19
Ordliste	20
Referanser	21

Innledning

Bakgrunn

Mange kommuner har et behov for å utvide sin gravkapasitet ved utvidelse av gamle gravplasser eller etablering av nye, for å overholde Gravplassloven § 2, om å alltid ha ledige graver til 3 % av sin befolkning. Gravplassmyndigheten må melde ifra til kommunen i god tid når det blir for liten plass på kommunens gravplasser. Ved anleggelse av gravplasser og nye gravfelt er det observert svært ulike løsninger for jord og drenering, og varierende funksjon og egnethet deretter. Årsaken til dette er manglende krav og spesifikasjoner til jordtyper for kistegraver og urnegraver. Geotekniske veiledere har derfor sprikende innhold og kvalitet. Styringsgruppen i prosjekt «Egnet jord til kistegraver» har engasjert NIBIO for å utrede en veileder til grunnundersøkelser, som skal dekke manglene i gravplassforskriften og sørge for en mer enhetlig vurdering av områders egnethet som gravplass.

Gravplasser må lages slik at de gir en langsiktig løsning på kommunenes problemer med gravkapasitet. Gravene må etableres slik at de kan gjenbrukes når fredningstiden har gått ut (Gravplassloven § 8, 1. avsnitt), etter minst 20 år. For at gjenbruk skal være mulig, må nedbrytning av kiste med innhold ha vært så fullstendig at bare grove knokler og kisterester er igjen fra forrige gravlegging (Gravplassforskriften § 12). I urnegraver forutsettes det at urnen er nedbrutt innen den fredningstid som gjelder for gravplassen (Gravplassforskriften § 31). Dette fordrer et jordsmonn som er egnet for nedbrytning, en egnet jord til graver.

Gravplassforskriften

Gravplassforskriften spesifiserer blant annet krav til gravplasser, som må følges ved nyetablering av gravareal. Det er satt krav om geoteknisk vurdering som må inngå i en plan for anlegg og utvidelse av gravplass. Dessuten er det spesifisert krav til grunnvannsnivå og jorddybde. Der det legges drenering, er det spesifiserte krav til utformingen. Dette har til hensikt å sikre en viss kvalitet på nye gravplasser. Følgende bestemmelser i gravplassforskriften er særlig relevante:

§ 3. Plan for gravplassen, 1. avsnitt 1. og 4. setning

Ved anlegg og utvidelse skal plan for gravplassen inneholde følgende deler:

- c) Geoteknisk vurdering med undersøkelse av jordbunnen som redegjør for jorddybder, kornfordeling og grunnvannsnivå.

§ 8. Grunnvann og drenering m.v.

Høyeste grunnvannsstand i gravfelt skal ligge minst 0,3 meter under kiste eller urne. Drensledninger i gravfelt skal legges i egen trasé av minst 1 meters bredde mellom gravrekkene. Drensledninger med tilbehør skal være av høy kvalitet og skal være tilgjengelige for inspeksjon og spyling.

På et gravfelt som er tatt i bruk, kan det bare legges nye drensledninger når det er godkjent av statsforvalteren.

Rør i bakken til vann, avløp mv. og lav- og høgspenningskabler skal legges i vegtraseer eller i egne traseer utenom gravfelt.

- Endret ved forskrift 18 des 2012 nr. 1328 (i kraft 1 jan 2013).

§ 13 Kistegrav, 2. avsnitt

Kiste skal plasseres slik at den har minst 0,8 meter jordoverdekning og minst 0,3 meter jord under kistebunnen og på alle sider.

§ 14 Urnegrav, 2. avsnitt

Askeurne skal gravlegges slik at den har minst 0,5 meter jordoverdekning og er omsluttet av jord på alle sider.

Det er imidlertid svært mange faktorer som påvirker nedbrytning av kiste med innhold (Økland & Haraldsen, 2020; Økland *et al.*, 2022) og askeurne. Jordsmønn er svært viktig, da dette legger føringer for transport av vann, luft og biologisk aktivitet i graven. Gravplassforskriften nevner kornfordelingskurver, men spesifiserer ikke videre grensene for egnede kornfordelingskurver. Forskriften setter heller ikke krav til strukturutvikling i jordsmønnet. Da to jordtyper med tilsvarende kornfordelingskurver kan inneha svært forskjellige egenskaper basert på strukturutvikling, bør en geoteknisk vurdering også inkludere dette.

Befaring

Relevante fysiske forhold

Før befaring gjennomføres bør man ha gjort seg kjent med området. Det kan være lurt, dersom det foreligger, å sjekke:

- Kartdata (høydekurver, grøfter og vannveier, flybilder, jordsmonn, planering osv.)
- Klimaforhold (årsnedbør og temperatur)
- Framtidig klimaprofil (eks «Klima Norge 2100»)
- Fare for ras og skred (NVE)
- Reguleringsplaner for området
- Eventuell forurensning fra tidligere bruk

En befaring av det aktuelle området bør foretas før undersøkelser settes i gang. Befaringen skal gi en forståelse av vannets bevegelse i terrenget, og ta notat av:

- Spesielt våte områder, vann i dagen
- Fjellblotninger og grunnlendte områder
- Erosjonsspor
- Helning
- Vegetasjon
- Jordvariasjon

Det kan foreligge data fra tidligere jordsmonnkartlegging av et område. Dette kan gi en indikasjon på hvilke variasjoner som forventes å finne, men må alltid verifiseres med egne feltundersøkelser. Jordvariasjon kan observeres med jordbor, der hvert stikk går minst 1,5 meter ned, til man når massiv marin leire (gjerne grå, svært plastisk og klebrig), til grunnvann eller til fjell. Hensikten er å finne gode lokaliteter for grundigere undersøkelser som dekker jordvariasjon og er representative for området. Med jordbor kan man få en indikasjon på moldinnhold og dybde på topplag, tekstur og farge på undergrunnsmasser og grunnvannsnivå. Undergrunnsmassene er av spesiell interesse i så henseende, da de kan ha svært forskjellige egenskaper, og skal vurderes for masser i urne- og kistedybde.

Faglig drøfting

Alle relevante observasjoner må beskrives og vurderes. Spor etter vann i dagen er spesielt relevante da de kan indikere grunnlendte områder eller ufullstendig drenering.

Jordobservasjonene kan gi en idé av om massene vil være egnet, ved for eksempel sandforekomster, eller uegnet, ved myr eller mektig leire. Man får også et inntrykk av dybden på jordsmonnet, og grunnvann.

På dette stadiet kan det være observert forhold som indikerer at området ikke er egnet som gravplass. Slike forhold, dersom de forekommer hyppig eller i stor grad, kan være:

- Svært bratte helninger i terrenget
- Myr
- Utfordringer med grunnlendte områder, fjell nær overflaten eller i dagen
- Ustabile masser, høy erosjonsrisiko
- Mellomleire eller stiv leire i grunne dybder

Befaring kan gi tidlige tegn på at området bør revurderes som gravplass, men kan også gi en foreløpig verifisering av at området kan være godt egnet.

Tiltak

Befaringen skal gi et grunnlag for mer inngående undersøkelser av:

- Jordsmonn
- Dreneringsbehov
- Utfordringer som nevnt ovenfor

Befaringen kan brukes til å gi en tidlig indikasjon på om området er egnet som gravplass. Dersom området ser ut til å være egnet eller ikke ha større problemer, skal det undersøkes nærmere. Dersom området har graverende problemer, bør det vurderes å finne et annet område om mulig.

Det må gjøres en vurdering av risikoen for tidligere eller pågående forurensning til området. Ved mistanke om forurensning må det tas prøver for å kartlegge type og omfang, og det må settes inn tiltak i henhold til funn.

Jordsmonnsundersøkelser

Relevante fysiske forhold

Jordens egenskaper

En kombinasjon av jordens tekstur og strukturutvikling bestemmer i stor grad egenskapene i enhver jord. Jordens tekstur er prosentandelen av kornstørrelser fra $<0,002$ til 2 mm, altså en kombinasjon av sand, silt og leire, og kan bestemmes med kornstørrelsesfordeling og jordartstrekkant (Sveistrup & Njøs, 1984) (Figur 1). Jordens struktur er et resultat av langvarige jordsmonndannende prosesser, blant annet biologisk aktivitet, fryse-tineprosesser, tørke-svelleprosesser og menneskers aktivitet. Tekstur og struktur sammen skaper poresystemer i jorden, som sørger for transport av luft og vann (Figur 1).

Ved opparbeiding av graver må det brukes jordblandinger som legger opp til god nedbrytning. Biologisk aktivitet og de drenerende egenskapene til jordsmonnet er avgjørende for et godt resultat. Jorden som brukes kan enten være stedeagne masser, tilførte masser, eller en blanding. En geoteknisk undersøkelse bør derfor ha med en vurdering av massenes egnethet.



Figur 1: Siltig mellomleire med endret struktur i dybden. Venstre: Øverst i sjiktet har jordsmonndannende prosesser gitt en svært godt utviklet struktur av smuldrende blokk, B-sjikt. De største blokkene nederst i bildet er 5-6 cm store. Høyre: Dypere i sjiktet har det vært mindre prosesser og aktivitet, som har gitt grov prismestruktur, C-sjikt. Prismet er ca. 35 cm i diameter og 40 cm høy. I tillegg har denne meitemarkganger og sprekker. Strukturforskjellen er stor fra B-sjikt til C-sjikt, som har konsekvenser for transport av luft og vann. Foto: Trond Knapp Haraldsen.

Det skal etterstrebes gjenbruk av stedlige masser så langt det lar seg gjøre, av hensyn til miljø og klimaavtrykk. Alle masser som alene eller i en blanding er egnet til kistegravjord, urnegravjord, plantefelt, grøntanlegg og lignende, skal i utgangspunktet benyttes. Ved overskudd av egnede masser kan disse brukes til jordforbedring eller opparbeiding av nye arealer dyrket jord i nærområdet, eller til voller, vegkanter og andre grøntarealer.

Jordprofilbeskrivelser

For å kartlegge jordsmonn bør det utføres jordprofilbeskrivelser. Lokalitetene for jordprofilbeskrivelser må velges slik at de dekker den naturlige variasjonen og er representative for området, og bør velges på bakgrunn av befaring med jordbor. Områder med homogene masser vil kunne trenge færre profiler enn svært heterogene masser, og antallet profilbeskrivelser man behøver vil variere fra område til område.

Jordprofilbeskrivelser må gjøres under laglige forhold, det vil si med gode lysforhold, og med passe fuktig jord. Dette er spesielt viktig ved vurdering av leirjord, da for tørr jord blir helt hard, og for våt jord oppløses til gjørme. Jordprofilbeskrivelsene må, i likhet med jordboringene, gå dypt nok til at all hensiktsmessig informasjon fanges opp. Dybden på jordprofilet må enten være minst 1,5 meter ned og helst ned til 2 meter, til man når massiv marin leire (ofte grå, svært plastisk og klebrig) eller massiv morene, til grunnvann eller til fjell.

En jordprofilbeskrivelse bør inkludere følgende om lokaliteten:

- Værforhold under feltarbeidet
- Områdebeskrivelse med helning og krumning.
- Vegetasjon
- Avsetningstype
- Fuktighetsgrad
- Observert grunnvannstand
- Stein- og blokk i overflata
- Erosjonsspor

Jordprofilbeskrivelsene må, for hvert sjikt, inneholde vurderinger av:

- Moldinnhold
- Rotutvikling
- Bioturbasjon og annen biologisk aktivitet
- Strukturutvikling
- Skjørhet
- Plastisitet og klebrighet
- Farge og fargeflekker etter Munsell fargesystem for jord
- Sjiktovergang
- Stein og blokk i jordsmonnet

Det anbefales en tilnærming til jordprofilbeskrivelser i henhold til Sveistrup (1984).

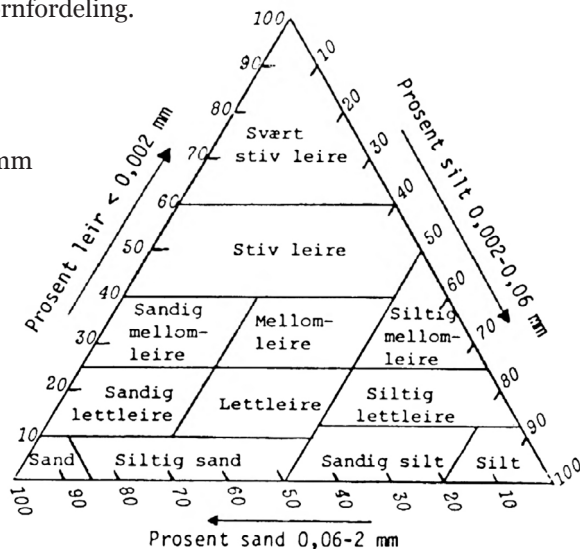
En vurdering av jordstruktur og skjørhet må avdekke hvordan massene lar seg håndtere og deles, og er spesielt viktig i denne sammenhengen. For å være egnet til graver må jordmassene kunne blandes og håndteres med maskin. Silt- og leirjord lar seg blande dersom de smuldrer til fine partikler (gryn eller korn og små, avrundede blokker) ved påføring av trykk. Om mulig bør det foretas testblanding av slike masser med sand i felt, for å se at blandingen blir homogen. En bør tahøyde for at ulike fuktighetsforhold gjennom året kan gjøre det vanskelig å oppnå jevn blanding i nedbørrike perioder og i høst- og vintermånedene. Under slike forhold vil en blanding av sand og leirjord gi leirklumper omgitt av sand.

Jordprøveanalyser

Jordprøver må tas av hvert sjikt som i felt vurderes til videre bruk for graver. Jordprøveanalysene må avdekke næringsinnhold, organisk materiale (for eksempel i form av glødetap eller totalt organisk karbon (TOC)), kjemiske egenskaper og kornfordeling.

Analyseresultatene bør inneholde:

- Leirprosent fraksjon <0,002 mm
- Siltprosent fraksjon 0,002-0,006, 0,006-0,02 og 0,02-0,6 mm
- Sandprosent fraksjon 0,06-0,2, 0,2-0,6 og 0,6-2 mm
- Grusprosent fraksjon >2 mm, % av hel prøve
- Volumvekt, kg/L
- pH
- P-AL, mg/100 g tørr jord
- K-AL, mg/100 g tørr jord
- Mg-AL, mg/100 g tørr jord
- Ca-AL, mg/100 g tørr jord
- Na-AL, mg/100 g tørr jord
- Glødetap, % av TS
- KHNO_3 , mg/100 g



Figur 2: Jordartstrekan fra Sveistrup og Njøs (1984).

Ut fra kornfordeling kan det lages kornfordelingskurver/siktekurver med påfølgende teksturklassifisering etter Sveistrup & Njøs (1984) (Figur 1). Dersom jordarten er av type sand eller siltig sand, må sanden videre klassifiseres etter grov, middels og fin.

Eksempel på jordprofilbeskrivelse (fra Økland & Haraldsen, 2018):

Profil 4

Informasjon om området:

Beskrevet: 4/5-2018, av Trond Knapp Haraldsen og Inghild Økland

Koordinater: 32 413003Ø 6959484N, 44 meter over havet

Værforhold: Overskyet, vekslende opphold og regn, 6°C.

Beskrivelse av området: Liside, hellende i retning sør og øst, rundt 6°.

Vegetasjon: Jordbruksområde med eng. Nylig spredd husdyrgjødsel på overflata.

Informasjon om profilstedet:

Avsetningstype (fra bunn til topp): Fjell, marine avsetninger, strand.

Naturlig dreneringsgrad: Ufullstendig.

Fuktighetsgrad: Fuktig til svært fuktig.

Grunnvann: 180 cm grunnvannstand, 190 cm ned til fjell.

Stein- og blokk i overflata: Ingen.

Erosjon: Ingen.

Informasjon om de enkelte sjikt i profilet (Figur 3):

Ap1, 0-30 cm Svært mørk brun (10 YR 2/2) moldrik til svært moldrik siltig mellomsand med grynstruktur, middels og fine gryn; svært mange, svært fine røtter; svært skjør, svakt klebrig, svakt plastisk pga. moldinnhold.

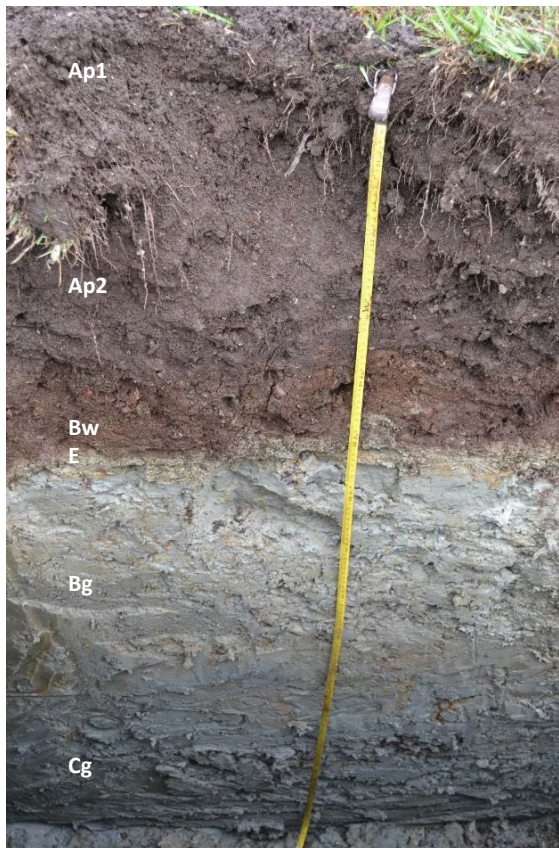
Ap2, 30-35 cm Svart (10 YR 2/1) svært moldrik, siltig mellomsand med ufullstendig utviklet grynstruktur, middels og fine gryn, og noen klumper; få, svært fine røtter; svært skjør, ikke klebrig, ikke plastisk; veldig bioturbert; Innfingret blanding av grus, leirlinser og sand, sjiktet tydelig forstyrret, muligens etter tidligere grøfting.

Bw, 35-50 cm Mørk brun (7,5 YR 3/4) moldfattig, grusholdig siltig mellomsand; enkeltkorn med småstein og delvis gjennomforvitret grus, knuses i hånden; svært skjør, ikke plastisk, ikke klebrig; få svært fine røtter.

E, 50-55 cm Lys olivenbrun (2,5 Y 5/3) siltig leire med noen, svært små mørk gulbrune (10 YR 4/4) og gulbrune (10 YR 5/4) fargeflekker; platestruktur, svakt utviklet. Få, svært fine røtter.

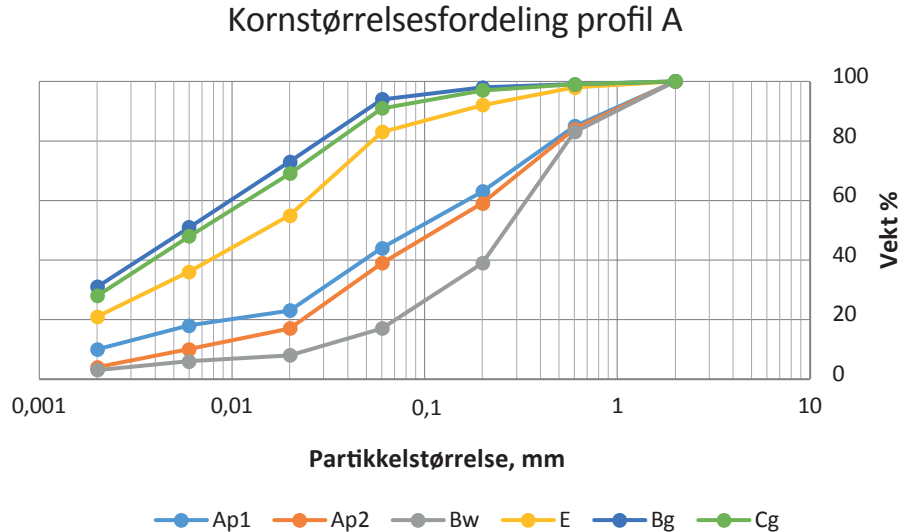
Bg, 55-100 cm Olivengrå (5Y 5/2) siltig mellomleire med mange, ikke klart avgrensede, sterkt brune (7,5 YR 5/6) fargeflekker, jevnt fordelt i hele sjiktet; grov prismatisk struktur med grove prismer som kan deles i svært grove plater, aggregater framstår som massive; mange gamle rotkanaler, partikkelbelegg; svært fine porer, mange, mer enn 1/cm². Ingen røtter. Bioturbasjon et stykke ned; svært plastisk, svært klebrig, ikke så lett formbar. Ikke blandbart. Ingen tydelig grense fra Bg til Cg. Grense satt med grunnlag i basisfarge og fargeflekker.

Cg, 100-190 cm Grønngrå (5GY 5/1) siltig mellomleire med skarpt avgrensede, sterkt brune (7,5 YR 5/8) fargeflekker, mange i øvre del, avtar til få ned mot fjellet. Svært klebrig og svært plastisk. Lett formbar. Ingen spor etter bioturbasjon.



Figur 3: Jordprofilbeskrivelse med tanke på bruk til kistegraver.
Foto: Trond Knapp Haraldsen, NIBIO.

Kornfordelingskurver for sjiktene i profil 4



Figur 4: Kornfordelingskurver for sjiktene i profil A. Fra Økland & Haraldsen (2018).

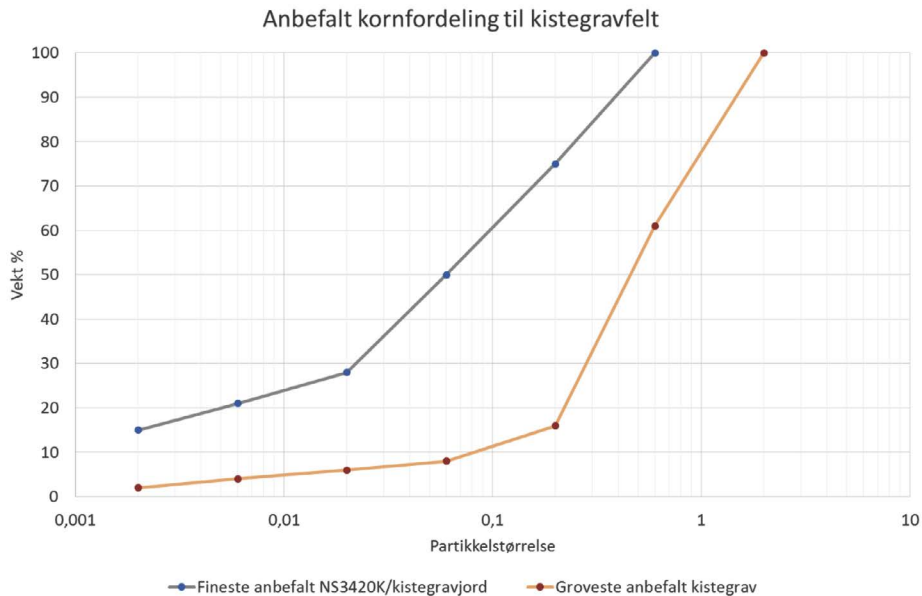
Vurdering: Ap1, Ap2, Bw og E lot seg bruke videre til jordblandinger, da de smuldret fint og var blandbare. Bg og Cg var ikke egnet for videre bruk. Ap1 og Ap2 hadde moldinnhold egnet for topplagsmasser. E var for finkornet i seg selv, og en blanding med sand ble anbefalt. Bw var skjør og av lite volum, og ble foreslått brukt i en blanding med andre egnede stedegne masser og tilført sand.

Faglig drøfting

Basert på jordprofilbeskrivelsene og analyseresultatene vil man kunne ha en relativt god forståelse av massene i området. Hvert sjikt skal vurderes etter egnethet, basert på funnene.

Økland *et al.* (2022) har vist at det er et idealintervall for kornfordelingskurver for jord med god nedbrytning (Figur 5). Jord til kistegraver, enten som den er eller som jordblanding, bør ha en tekstur innenfor dette intervallet. Kornstørrelsesfordeling for aktuelle masser kan bestilles ved jordprøveanalyser.

Ifølge dette intervallet burde massene ligge mellom grovsand og lettleire. Mengden sand i en kiste-gravjord bør utgjøre minst 50 % av mineraljordmassen, der 28-45 % av total masse er middels sand (0,2-0,6 mm). Mengden grov sand burde ikke overstige ca. 40 %, og da bare være en så høy andel dersom det er svært lite finstoff i massen (leir og silt utgjør maksimalt ca. 15 % av partiklene <2 mm).



Figur 5: Kornfordelingskurver som indikerer ideelt intervall for tekstur, for god nedbrytning av bløtdeler.

Intervall for anbefalt kistegravjord overlapper, og tillater grovere masser, enn norsk standard for anleggsgjord (NS3420K). Det betyr at anleggsgjord som oppfyller denne standarden også kan brukes på gravplasser. Standarder for anleggsgjord fordrer at minst 50 % av mineraljordmassen har naturlig opphav (N-masser) og at ikke mer enn 50 % skal være knuste masser (K-masser). Dette er for å sikre et minimum av poresystemer i jorden, da K-masser pakkes tettere enn N-masser. Dette kravet bør også overholdes for kistegravjord. Generelt vil større andel N-masser gi bedre jordsmonn, og dermed bedre nedbrytning.

Studiet viste at tekstur innenfor dette intervallet ikke er alene nok til å sikre god nedbrytning. God jordstruktur og et velfungerende dreneringssystem er også nødvendig. Ved leir- og siltmasser må det legges spesielt vekt på smuldrende egenskaper og blandbarhet. Ved sandmasser må det gå klart fram om det er finsand, mellomsand eller grov sand. En godt sortert mellomsand er svært verdifull til graver, mens finsand kan ha for dårlig poresystem og grovsand kan bli for grovt. Grov sand kan imidlertid fungere bra nederst i et gravjordsprofil i en overgangssone til drenerende lag av fingerus.

Stabiliteten til massene må også vurderes, da kistegraver trenger stabile kanter under gravleggingen. Stabilitet og bæreevne bør inngå i en risikovurdering for håndtering av masser dersom ustabile eller svært plastiske masser er observert. Leirjord kan bare håndteres i tørr til lett fuktig tilstand, og jord må være tilstrekkelig tørr for at maskiner trygt skal kunne kjøre på dem. Massestabilitet forbedres med god struktur- og rotutvikling gjennom jordprofilen.

Moldinnhold og næringsinnhold må vurderes i forhold til et topplag egnet for grøntanlegg.

For å være egnet som jord til graver må massene (Økland & Haraldsen, 2020; Økland *et al.* 2022):

- Drenerer overflødig vann
- Ha god stabilitet
- God vannledningsevne og luftsirkulasjon
- Legge til rette for biologisk aktivitet med aerob nedbrytning
- Ha pH litt under 7
- Topplag må ha riktig næringsinnhold for grøntanlegg

Tiltak

Massehåndtering

Jord til graver kan bestå av enten:

- Stedegne masser
- Jordblandinger av stedegne og tilførte masser (delvis masseutskiftning eller oppbygging over uegnede masser)
- Tilførte masser (fullstendig masseutskiftning)

Jordblandinger

Når egnede jordmasser til videre bruk er identifisert etter blandbarhet og smuldrende egenskaper, kan det lages forslag til jordblandinger. Jordblandinger må være innenfor anbefalte kornfordelingskurver, og inneholde organisk materiale i henhold til om de skal bli topplagsmasser til grøntanlegg eller være undergrunnsmasser mellom topplagsmasser og drenerende bunnlag. Dette vil måtte koordineres med tilgjengelige masser i området, og er naturlig å ta i en senere prosess. De geologiske undersøkelsene vil kunne gi viktige indikatorer for områdets egnethet og massebalanse senere i prosjektet, og vil legge føringer for jordblandinger i neste fase. Dersom jordundersøkelsene avdekker et behov for å blande inn sand i stedegne masser, bør dette komme frem i geoteknisk vurdering slik at gravplassforvalter kan starte prosessen med å finne egnede sandtak i nærområdet, eller med så kort transportvei som mulig. Denne prosessen tar gjerne tid og er viktig å sette i gang så fort som mulig.

For stedegne masser vil aktuelle tiltak kunne være:

- Å tynne ut finstoffinnhold ved å tilføre sand
- Blande stedegen sand med finstoffmasser for å skape bedre stabilitet og miljø for biologisk aktivitet
- Tynne ut moldinnhold i topplagsmasser
- Tilføre gjødsling for å dekke manglende næringsstoffer i topplagsmasser

Stein og blokk

Kistegravjord

Stein og blokk større enn 15 cm i alle retninger må sorteres ut av massene. Disse kan senere brukes til konstruksjon av steingjerder, steinstrenger for bortledning av vann, steinlegging av åpne grøfter eller andre funksjonelt viktige eller estetisk verdifulle elementer på gravplassen.

Urnegravjord

Stein og blokk større enn 3-4 cm i alle retninger må sorteres ut av massene.

Beplantning

Det er gammel kunnskap at beplantning forbedrer struktur i jorden, som igjen skaper bedre forhold for nedbrytning (Figur 6). Dette ble belyst ytterligere i studiet til Økland *et al.* (2022), der dype røtter ble assosiert med god jordstruktur, tørre graver og god nedbrytning av bløtdeler. Dype, velutviklede rotsystemer bidrar også til å stabilisere massene. Beplantning bør derfor vurderes som tiltak for å forbedre nedbrytning på gravplassene på eksisterende gravplasser og som del av et samlet bilde ved anleggelse av ny gravplass for å sikre god funksjon.



Figur 6: Beplantning på Nordre Gravlund i Lillehammer, der dype og godt utviklede rotsystemer forbedrer utveksling av luft og transport av vann. Det er omfattende gjenbruk på denne gravplassen. Foto: Trond Knapp Haraldsen, NIBIO.

Dreneringsbehov

Relevante fysiske forhold

Jordprofilundersøkelser og eventuelle grunnvannsmålinger vil kunne gi god indikasjon på naturlig dreneringsgrad i et område. Grå matriks med gule og røde fargeflekker er et typisk tegn på vekselvis oksiderende og reduserende forhold grunnet tidvis grunnvannspåvirkning. Jevne, brune farger vil som regel være et tegn på bedre luftede og naturlig drenerte masser (Figur 7). Grå farger indikerer begrenset lufttilgang, gjerne pga. stagnert vann. Ved påvist grunnvann grunnere enn 1,7 m dybde i kistegravfelt og 1,2 m dybde i urnegravfelt (krav til jorddybder samt kiste- og urnehøyder jfr. Gravplassforskriften §§ 13, 14, 29 og 31) må det planlegges tiltak for drenering.

Faglig vurdering

Et drensopplegg skal planlegges ut fra de samlede observasjonene av området, og ta hensyn til:

- Vannets bevegelse i terrenget
- Årsnedbør og flom
- Jordsmonn
- Naturlig grunnvannstand
- Grunnvannstand etter Gravplassforskriften § 8

Tiltak

Det kan etableres ulike løsninger for dreneringssystemer på gravplasser:

- Kontaktdrenering knytter hver enkelt grav opp mot et dypt dreneringssystem
- Et lag fritt drenerende masser under gravfeltene, som knyttes opp mot et oppsamlingssystem for vannet via felt- eller områdedrenering.

Drensledninger skal, som spesifisert i Gravplassforskriften § 8, legges i egen trasé mellom gravrekkene.

Tabell 1. Drenerende egenskaper og grunnvann for å vurdere massenes egnethet og eventuelle tiltak.

Naturlig dreneringsgrad	Beskrivelse	Typiske masser	Aktuelle tiltak
Overflødig sterk	Ikke vannopphepning i øverste 150 cm	Sortert sand og grus	Ingen
God	Ikke vannopphepning i øverste 100 cm. Ujevne fargenyanser i massene dypere enn 100 cm	Siltig sand	Ingen
Moderat god	Jordsmonn med grålig farge dypere enn 100 cm, og med ujevne fargenyanser mellom 50 og 100 cm	Lettleire, siltig sand, sandig silt	Drenering og bortledning av vann
Ufullstendig	Jordsmonn med periodevis reduserende forhold dypere enn 50 cm	Siltig lettleire, sandig silt	Drenering og bortledning av vann kombinert med delvis masseutskifting
Dårlig	Jordsmonn med periodevis reduserende forhold dypere enn 25 cm	Silt, siltig mellomleire, mellomleire, stiv leire	Masseutskifting
Svært dårlig	Jordsmonn med periodevis reduserende forhold i øverste 25 cm	Silt, siltig mellomleire, mellomleire, stiv leire, torvjord	Masseutskifting

For å sikre god drenering, anbefales det på generell basis å ikke benytte masser med høyere leirinnhold enn lettleire, og å masseutskifte mellomleire og stiv leire (Tabell 1). Det er svært viktig at leirmasser som benyttes har god strukturutvikling, gjenkjent ved smuldrende egenskaper under laglige fuktighetsforhold.

I en del tilfeller vil massene inneha naturlig drenerende egenskaper, og kan brukes som de er. Svært godt selvdrenerte masser trenger ikke nødvendigvis ytterligere drens-systemer, men det går an å legge opp et drens-system mellom gravene eller som en arm inn i og i nedkant av feltene for å sikre bortføring av vann. Dette kan gjøres uten å måtte grave opp alle massene.



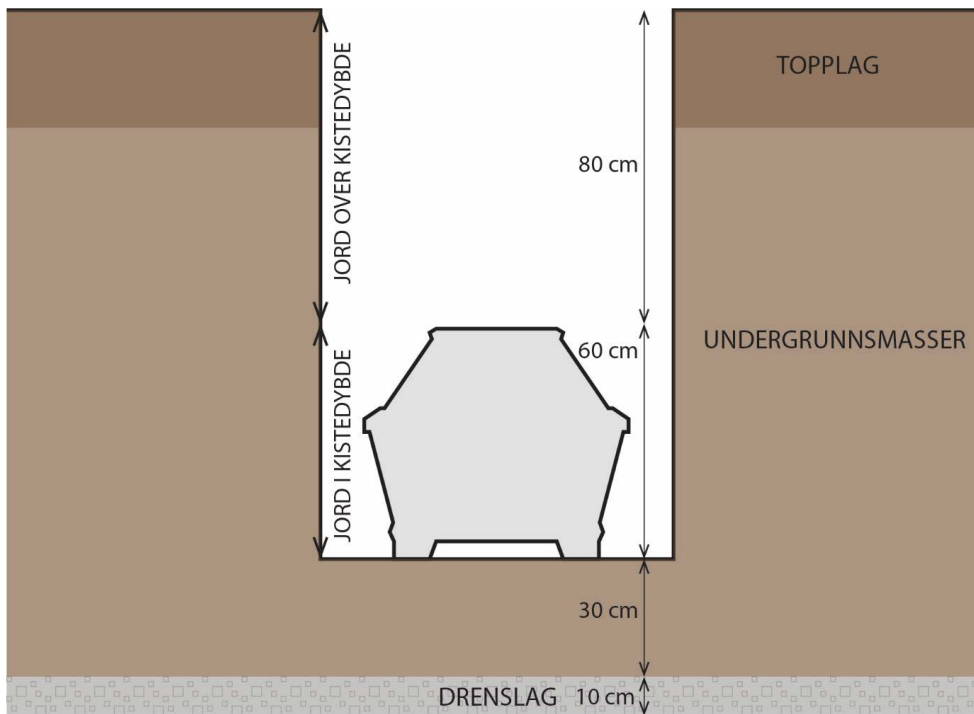
Figur 7: Venstre: Godt drenert jordsmonn med tykt topplag og stor biologisk aktivitet. Høyre: Overflødig sterkt drenert jordsmonn med sortert sand over grusrik sand. Foto: Trond Knapp Haraldsen, NIBIO.

Kontaktdrenering

Kontaktdrenering kobler hver enkelt grav opp mot et dypere drencsystem. Forutsatt at drencsystemet ligger i egen trase, er det lett å vedlikeholde, da drencsystemet er plassert mellom gravene og kan graves opp og skiftes ut om det skulle bli tett. Kontaktdrenering kan også være en mulig løsning i områder med leirjord. Det forutsettes at massene ikke er for tette til at vannet slipper igjennom og når drencsystemet, som krever svært godt utviklet struktur i hele jorddybden ned til kiste. Selv om kontaktdrenering er beskrevet som aktuelt tiltak, er det usikkert om metoden generelt kan anbefales ettersom virkningen er usikker. Det er derfor spørsmål om det bør utvikles bedre dreneringsteknikker som etter hvert kan bli godkjent som aktuelle metoder.

Område/feltdrenering

I noen tilfeller vil man uansett måtte fjerne, bearbeide og legge tilbake jord. Ved bruk av egnede, selvdrenerende masser vil det fungere bra å knytte et drenerende lag opp mot et oppsamlingssystem, som sørger for å få vannet ut av området. Da grunnvannsnivået aldri skal være høyere enn 30 cm under kiste eller urne, bør egnede jordblandinger til graver bli benyttet helt ned til 30 cm under kiste eller urne (Figur 8). Jordsmonnet under kisten eller urnen bør være iblandet grov sand, da dette ytterligere øker dreneringseffekten og sørger for en mer gradvis overgang til drencslaget. Dette



Figur 8: Illustrasjon av kistegrav og profil, med jorddybder som tilfredsstill Grøntingsforskriften.
 Illustrasjon av Marina Gamborg, NIBIO.

har også en filtrerende effekt på vannet før det når drens-systemet, som er viktig da vannet i kistegravfelt kan bære med seg likvoks, tungmetaller, antibiotika eller andre forurensende stoffer fra den avdøde, samt finpartikler fra jorden. En alternativ praksis til å ha et lag med jordsmonn mellom drens-masser og kiste eller urne ville være å bruke en filtrerende duk, men dette frarådes sterkt da duken ofte blir tett over tid. Under det filtrerende jordsmonnet bør det være et drenerende lag på minst 10 cm, av typen fingerus (2-4 eller 2-6 mm), slik at vannet kan transporteres raskt ut av området. Det drenerende laget må tilpasses nedbørsmengden i området, og kan dessuten påvirkes av graving og tyngnes ut over tid. Drenslaget kan derfor gjerne være 20-30 cm tykt.

Samlet vurdering av et område

En samlet vurdering skal oppsummere funnene fra de forskjellige undersøkelsene, gi en helhetlig evaluering av områdets egnethet og en tiltaksplan. I de tilfeller der området ikke er egnet til anleggelse av gravplass, bør dette også bemerkes.

Dersom det er påvist store variasjoner, kan området deles inn i soner etter egenskaper og føringer for forskjellig bruk. Noen deler vil kunne egne seg bedre som for eksempel urnefelt, minnelund eller til spesielle estetiske vegetasjonsuttrykk.

Ordliste

Tekstur – størrelse på partiklene som utgjør en jordmasse, og sammensetningen av de forskjellige kornfraksjonene (partikkelstørrelsene). Kornfraksjoner kan være leire, silt og sand, og deres prosentvise mengde definerer jordens tekstur, som for eksempel «siltig lettleire» eller «sandig silt».

Struktur – Hvordan jordpartiklene organiserer seg i jorden til aggregater, større klumper med jordpartikler som er bundet sammen via partiklenes egne krefter (som positiv og negativ ladede overflater i leirpartikler), vannmolekyler, eller sekreter fra organismer.

Jordsmonn – Jord som har gjennomgått jordsmonndannende prosesser, som frysing/ting, aktivitet fra organismer, røtter, forvitring, og menneskelig aktivitet. Dette fører til struktur-utvikling i jorden.

Bioaktivitet – All aktivitet (vekst, graving, omfordeling, spising, væsker og utskilling av ekskrementer) som foregår i jord, gjort av levende organismer.

Empirisk – Erfaringsbasert kunnskap.

Referanser

Sveistrup, T.E. 1984. Retningslinjer for beskrivelse av jordprofil. *Jord og myr* **8(2)**, 30-77.

Sveistrup, T.E. & Njøs, A. 1984. Kornstørrelsesgrupper i mineraljord. Revidert forslag til klassifisering. *Jord og myr* **8(1)**, 8-15.

Økland I.H. & Haraldsen, T. 2018. Røbekk Gravlund. Tiltaksvurdering for massehåndtering. *NIBIO Rapport* **4(81)**, 34s.

Økland I.H. & Haraldsen, T. 2020. Nedbrytningsforhold på gravplasser. En sammenfatning av faglig kunnskap og NIBIOs konsultasjonsgrunnlag for egnet jord til kistegraver per våren 2020. *NIBIO Rapport* **6(70)**, 28s.

Økland I.H., Jayesingha, M., Skrutvold, J., Halvorsen, R. & Haraldsen, T. 2022. Egnet jord til kistegraver. *NIBIO Rapport* **8(97)** 113s.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

www.nibio.no

Twitter: @NIBIO-no / Facebook: @Nibio.no / Instagram: nibio_no
Søk etter NIBIO på LinkedIn og YouTube