

Utskifting av løsmasser i forbindelse med opparbeidelse av gravlunder

Erfaringer fra Hundvåg gravlund i Stavanger

Av Eirik Stople

Hundvåg gravlund ble utvidet med 10 dekar gravlundsareal i år 2006. Eksisterende masser i gravsjiktet ble sjaktet ut, og det ble tilført nye masser. Jeg vil i denne artikkelen redegjøre for bakgrunnen for beslutningen om masseutskifting, beskrive hva som ble gjort og til sist komme med noen brukererfaringer fra de gravlundsarealene som ble masseutskiftet. Det vil også bli reist noen spørsmål til videre undersøkelser knyttet til nedbrytingsforholdene av organisk materiale i tilførte masser.

1. Bakgrunn for å velge masseutskifting

Erfaringer fra eksisterende gravfelter

Med de erfaringene vi har fra eksisterende gravfelter på Hundvåg gravlund, mente vi at det ville være uakseptabelt å opparbeide nye områder med stedeagne masser. Erfaringene knyttet seg særlig til følgende:

Forhold ved graven:

- Kontaktdreneringen fungerte ikke da vannet ikke slapp gjennom de tette massene.
- Vi registrerte ofte vann i graven og måtte benytte lensepumpe.
- Graving i perioder med regn førte til at de silt- og leirholdige massene ble flytende.
- Massene var svært kompakte, og det var ofte behov for sprengning i forbindelse med oppgraving.
- Vi fikk ofte problemer med utrasing og ustabil gravkant.

Andre forhold:

- Kjøreskader i plen.
- Jordpakking, dårlig gras- og plantevekst.
- Klage fra pårørende fordi plantene "druknet" i bedene.
- Uverdige forhold ved graven – særlig i vinterhalvåret.
- Kiste og kisteinnhold ble ikke brutt ned.



Inngangsparti til den nye delen av Hundvåg gravlund
Planlegger: William Bull i Forum Arkitekter

Hele denne situasjonen stred mot gravferdslovens forskrift § 1 (1997) som sier: *Gravlunden skal forvaltes med den orden og verdighet som dens*

egenart tilsier. Vi tenker her på respekt for avdøde, respekt for pårørende og respekt for de som arbeider ved gravlunden (HMS).

Forundersøkelse

For å kunne ta en faktabasert avgjørelse vedrørende valg av teknisk løsning ved opparbeidelse av nye gravlundsarealer valgte vi å foreta grunnundersøkelser. Vi engasjerte firmaet Multiconsult avd. Noteby v/ geotekniker Atle Christophersen. Han har i rapport nr. 210747-1 (år 2004) beskrevet utførte grunnundersøkelser og grunnforhold og utarbeidet en geoteknisk vurdering av berørte arealer.

Grunnforhold

I rapporten skriver Christophersen bl. annet: *Grunnen er relativt ensartet med et øvre lag matjord med tykkelse 0,2 – 0,4 m etterfulgt av et lag med sand. Sandlaget er til dels grusig og til dels siltig. Videre i*

dybden består grunnen av siltig, sandig og enkelte steder leirig materiale. Massene må betraktes å være velgraderte, dvs. inneholder partikler av ulik størrelse og samtidig harde å grave i, dvs. fast lagret. Vanninnholdet er lavt. Dette innebærer at massene må betraktes som relativt tette og vanskelige å drenere. De silt- og leirholdige massene blir lett oppbløtete og tilnærmet flytende ved tilførsel av vann og omrøring.

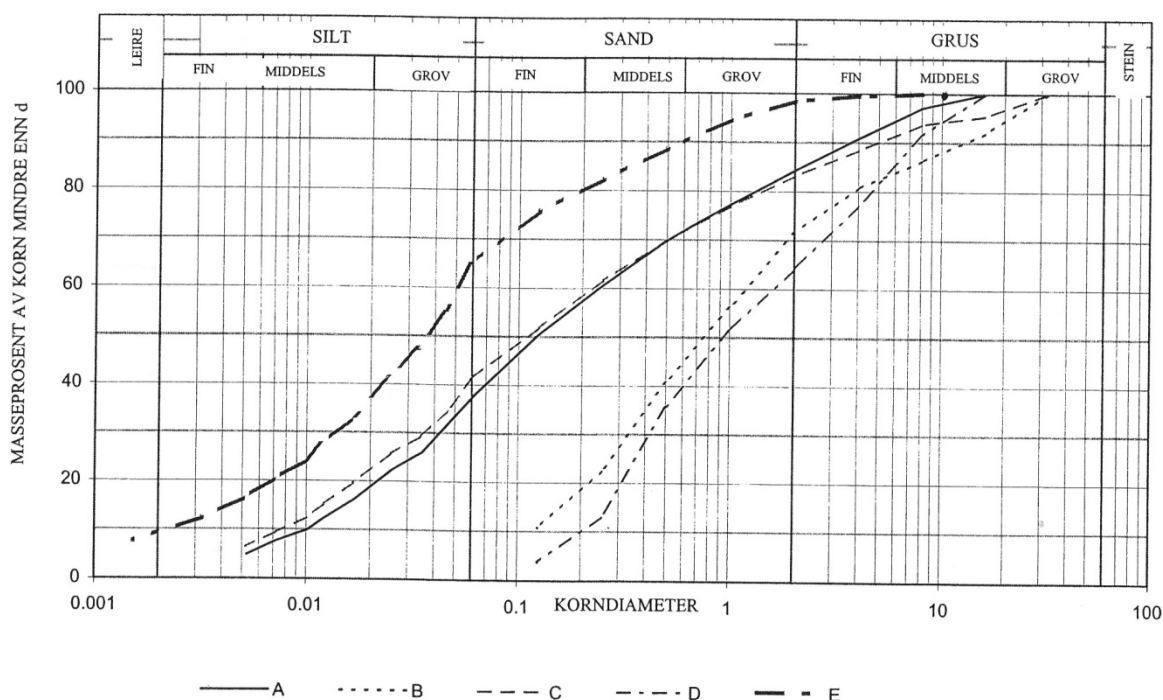
Geoteknisk vurdering

Rapporten beskriver 3 alternative måter å opparbeide gravlunden på.

A. Kontaktdrenering

Det vises til gravferdslovens forskrift (1997) om at høyeste grunnvannstandnivå skal ligge 0,3 m under kistebunn. For øvrig sier rapporten blant annet: *De siltholdige massene*

Figur nr 1. Korngraderingskurver fra prøvegravinger



på tomten vil ikke la seg drenere med område- eller feltdrenering. Dersom området skal benyttes som gravlund uten store inngrep, må gravene utføres med kontaktdrenering, dvs at hver enkelt grav må ha kontakt med et dypt drensssystem. I hver enkelt grav må det tilbakefylles med tilførte masser som er drenerbare. Oppgravde masser er ikke egnet til tilbakefylling da de selv med innblanding av sand vil bli relativt tette og lite egnet som gravlundsmasser. Massene som tilbakefylles må la seg drenere på en slik måte at de under nedbør fører luft og vann ned i graven og bidrar til en formuldingsprosess. Bruk av tette masser vil forsinke og til dels hindre denne prosessen.

B. Masseutskifting og fritt drenerende lag i bunnen

En alternativ metode kan være å foreta en masseutskifting på området, dvs. kjøre ut de siltholdige massene og fylle opp med tilkjørte masser. Ved en slik utførelse kan det etableres et lag fritt drenerende masser under kisten og knytte dette laget til et oppsamlingssystem for grunnvannet (felt- eller områdedrenering). Over dette drenslaget fylles det opp med sandige masser som kan inneholde litt silt. Slike masser vil kunne ha relativt bratte graveskråninger idet finstoffet binder massene. Det vil være påkrevet å tilføre grus i tilbakefyllingsmassene i gravene for å øke dreneringsevnen.

C. Masseutskifting med drenerende masser

Det kan også benyttes masser med en åpnere, grovere gradering i hele dybden. Fritt drenerende masser vil være åpnere og ha et lavt graderingstall (ensgraderte masser) og ha dårlig stabilitet i graveskråningene. Dersom det velges mer velgraderte masser (enkelte typer bærelagsmasser), bør en feltvis drenering

etableres. Dersom alternativ C velges, vil dette gi bedre forhold for overflatedreneringen.

Valg av løsning

Med bakgrunn i erfaring fra eksisterende gravfelter og informasjon om grunnforholdene fra forundersøkelsene valgte vi den løsningen som er beskrevet i punkt C ovenfor med full masseutskifting og med et fritt drenerende lag i bunnen som angitt i punkt B.

Alt areal innenfor byggeområdet; gravfelter, veier og plantefelter ble masseutskiftet. Gravfeltene ble bygd opp for enkel gravdybde.

Forut for vårt prosjekt var det etablert en ny gravlund på Grødem i Randaberg hvor eksisterende masser var sjaktet ut, og hvor arealet var gjenoppbygd med dreneringslag, grus (0-22mm) og topplag med jord. Også her var Multiconsult v/ Atle Christophersen rådgiver, og det var firmaet Asplan Viak som hadde prosjekteringen av denne gravlund.

Vi deltok i en prøvegraving her – og dette ble på mange måter et referanseprosjekt for oss.

2. Beskrivelse av masseutskiftingen

Kravspesifikasjon

Ved valg av gravmedium og underliggende dreneringslag satte vi krav til at:

- Mediet skal slippe gjennom vann og luft.
- Vannet skal transporteres ut fra gravfeltene.
- Massene skal være forutsigbare ved oppgraving, jfr. stabile gravvegger m.m.

Oppbygging av gravfeltene

Gravfeltene ble bygd opp etter følgende prinsipp:

30 cm singel i bunn, fraksjon 8 – 22 mm

140 cm grusmasse (bærelagsmasse) i gravsjiktet, fraksjon 0 – 22 mm

20 cm jordsmonn som topplag (i praksis ble laget 25 - 30 cm)

Det ble ikke brukt geoduk i dette konseptet.

Beskrivelse av den enkelte fraksjon:

Dreneringslag av singel

Dreneringslagets oppgave er å transportere overskuddsvannet (sigevannet) i horisontal retning ut av gravfeltene. Korngraderingen til singelen var 8 – 22 mm. (Vi har i senere anlegg benyttet et pukklag, forkilt med singel). Det ble lagt opp feltdrenering med 150 mm drenerør for hver ca 25 m.

Bærelagsmasse (0 – 22 mm)

Dette er knust fjellmasse som vil ha varierende egenskaper alt etter hvilken

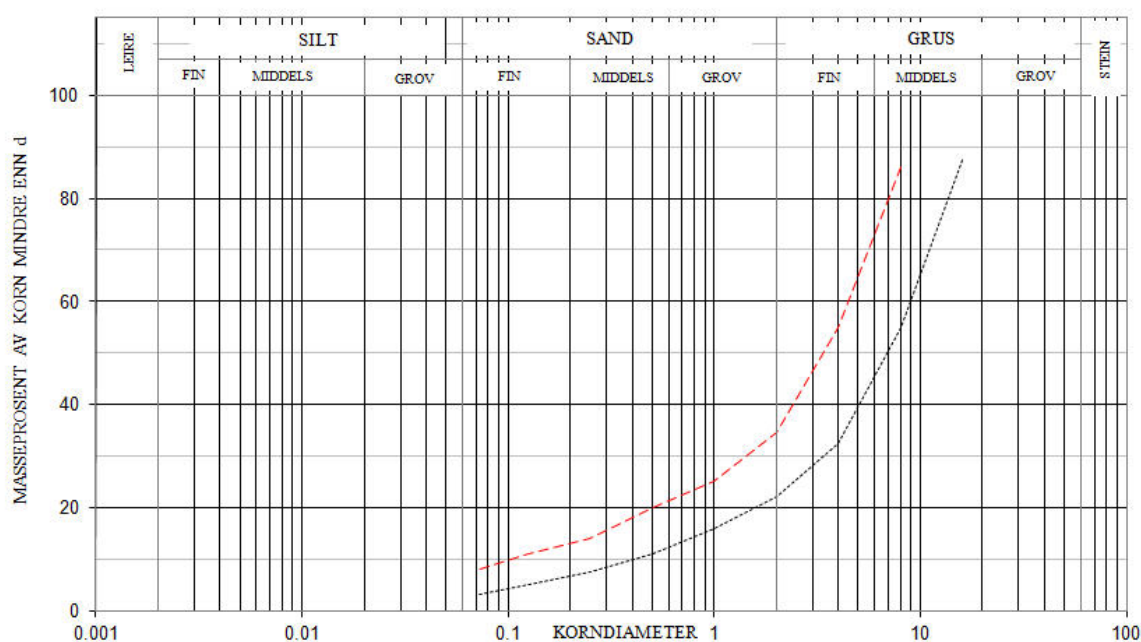
bergart som er utgangspunktet for massen.

I valg av masse sammenholdt vi aktuell korngraderingskurve med krav gitt i definert korngraderingskurve, se fig. 2.

Massene bør ha en korngraderingskurve som ligger parallelt med og innenfor de angitte grensekurvene. Betegnelsen 0-22 mm kan være uheldig og burde vært 0.06-22 mm, evt. at det settes en begrensning på innhold av materiale <0.06 mm.

Vi gjennomførte storskalaforsøk for visuelt å teste massens evne til vanngjennomtrengning (permeabilitet) og at gravveggene var stabile. I storskalaforsøket ble massene komprimert etter definisjonen for normal-komprimering (NS3458) (Lagvis utlegging og flere komprimeringer). Senere forsøk viste også at lettere komprimering ga tilfredsstillende resultat.

Figur nr 2. Definerte grensekurver for korngraderingskurve for 0-22 mm masse



Det ble også gjort laboratorieforsøk med visuell registrering av permeabilitet. I alt dette arbeidet støttet vi oss til firmaet Multiconsult v/ Atle Christophersen.

Vi erfarte at knuste masser fra mykere bergarter (i retning fyllitt/skifrigte bergarter) hadde for dårlig evne til å slippe gjennom vann. Valget falt derfor på knuste masser fra harde bergarter (gneis/kvartsitt). Vi satte krav om å få framlagt siktekurve for godkjenning for hvert 2000 tonn masse som ble kjørt inn på byggetomten.

For at massene kunne godkjennes måtte de innfri kravet til siktekurve og vurderingene fra storskala- og laboratorieforsøk. Særlig i storskala-forsøkene måtte vi utøve skjønn – noe som kunne være grunnlag for diskusjon vis a vis entreprenør. Her er det behov for å få utviklet en mer objektiv (eksakt) vurderingsmetode.

Jordsmonn (matjordlag)

Vi satte opp spesifikasjonskrav for matjordlaget og hadde som utgangspunkt at vi ønsket å benytte den matjorda som var på stedet. Her støttet vi oss til Odd Andersen i Sandnes kommune som bl. annet har arbeidet i Planteforsk (nå Bioforsk) med gras og vekstmedium til idrettsanlegg.

I kravspesifikasjonen var vi opptatt av følgende forhold:

Kjøresterk plen

Plenen skal tåle traktortransport 365 dager i året – uten at det blir kjørespor. I Stavanger er dette krevende, da vi har en vinter med mye regn og lite tele i jorda.

Vekstmedium for plantene.

Jorda skal gi gode vekstvilkår, dvs. god rotutvikling, for plengras, busk- og trebeplantningene.

Dreneringsevne

Jorda skal ha god permeabilitet for å unngå overflatevann og for å unngå at det "står vann" i jordmassene.

Hengende vann

Hengende vann kan dannes der det forekommer et lite vanngjennomtrengelig lag med begrenset utbredelse som ligger over det egentlige grunnvannspeilet. Eksempel på slike tette lag er aurdelle og lag med leire og / eller silt. I vårt tilfelle var det en potensiell fare for å få hengende vann i overgangen mellom grusmassene og matjordlaget - dersom matjordlaget består av mye finstoff (silt og leire). Mengde finstoff og tykkelsen på matjordlaget avgjør om det dannes hengende vann eller ikke.

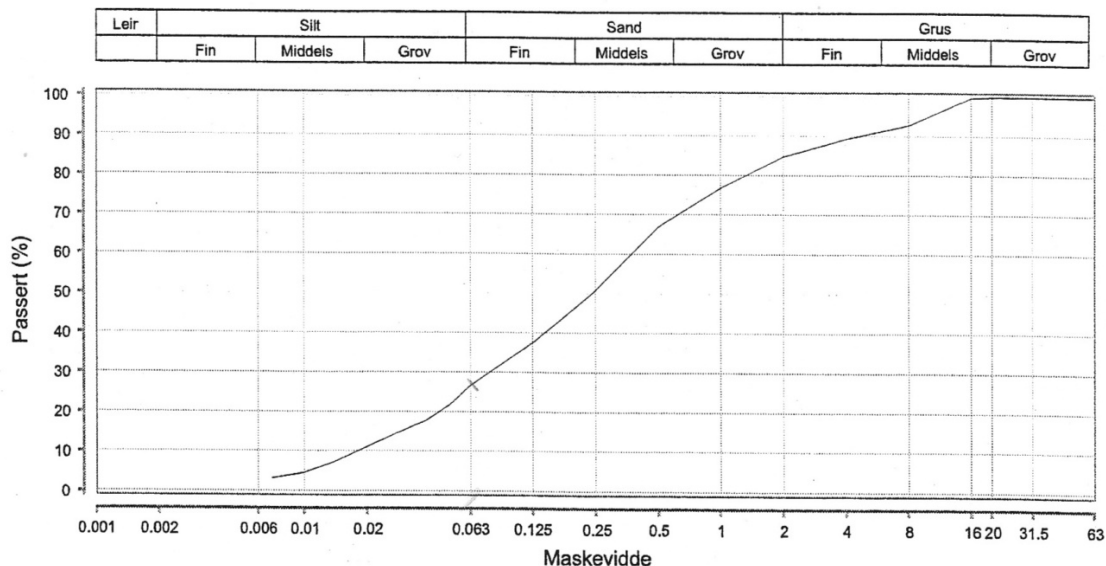
Beskrivelse av eksisterende matjordlag

Det naturlige matjordlaget på Hundvåg gravlund hadde 26,7 % uorganisk finstoff + 5,8 % humus, til sammen 32,5 % finstoff, se fig. 3.

Siktekurven, se fig. 3, viser at 73,3 % av massene består av sand og grus (partikler >0,063 mm) som er velgradert. Dette fører i praksis til at de ulike sand- og gruskorna forkiles, og ved trykkbelastning av maskiner blir massene hardpakket. Når så jorda inneholder 26,7 % finstoff (partikler <0,063mm), vil poreåpningene i jorda tettes når det kjøres med maskiner på fuktig jord.

Vanngjennomtrengeligheten vil det meste av året være minimal. I slik jord vil en nok kunne etablere plen, men da med svært grunt rotsystem og som derfor er tørkesvak. I våte perioder vil en lett få store kjøreskader i tillegg til problem med fremkommelighet.

Figur nr. 3. Korngraderingskurve for eksisterende matjordlag på Hundvåg gravlund



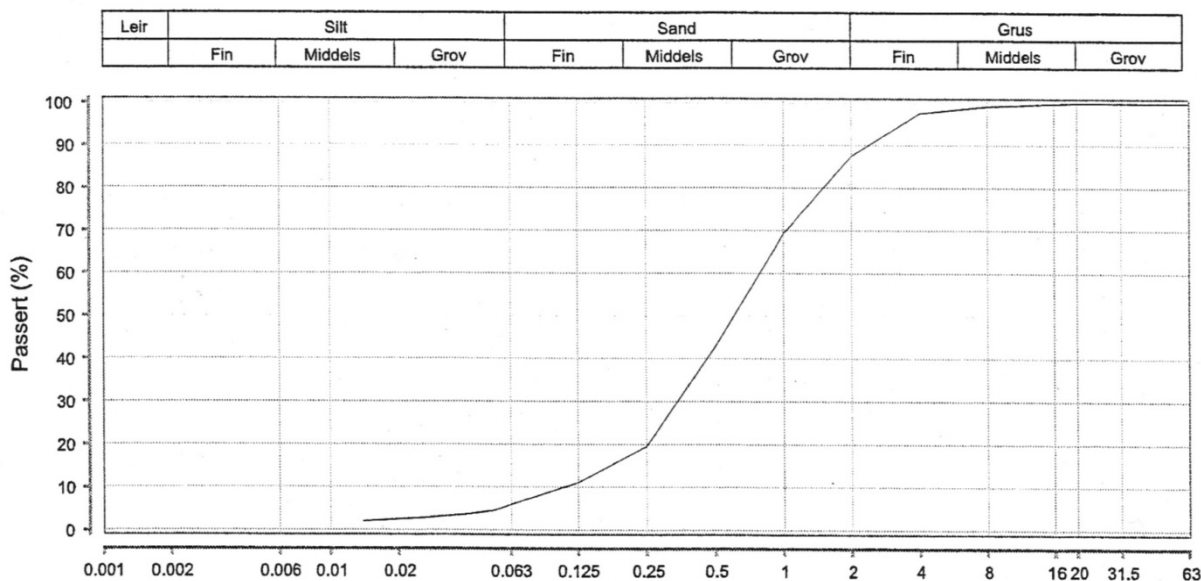
Innblanding av sand

Det er andelen av finstoff i jorda som påvirker de forholdene som er beskrevet ovenfor. Finstoff defineres som partikler < 0,63 mm + humus (oppgitt som prosent glødetap). I kravspesifikasjonen satte vi maksimum innhold av finstoff til 10 %.

Vi tilsatte den stedegne matjorda 70 %

sand, fraksjon 0-4 mm knust fjell. Dette ga en jord med 6 % finstoff + 2 % humus, til sammen ca 8 % finstoff, se fig. 4. Denne blandingen ble brukt til plenarealene. Til plantebedene brukte vi for det meste en undergrunnsmasse som naturlig bestod av 12,2 % finstoff. Denne forekomsten var en avgrenset "lomme" i byggegropen.

Figur nr. 4. Korngraderingskurve for matjordlaget på Hundvåg gravlund etter innblanding av 70 % sand.



Kurven i fig.4 viser et vekstmedium som nesten bare består av sand og gruskorn (94 %). Teoretisk vil en slik kornsammensetning gi veldrenerende, kjøresterke plenarealer gjennom hele året. Denne massen krever planmessig oppfølging (gjødsling og vanning ved behov) i etableringsfasen

3. Erfaringer

Gravlunden ble tatt i bruk i juni 2006.

Gravmassene (0-22 mm)

Gravmassene slipper gjennom vannet på en tilfredsstillende måte. Vi har ikke registrert overflatevann eller vann i gravene. Grusmassene er meget kompakte, men med 3 tonns gravemaskin har vi ingen problemer med oppgravingen. Ved tilbakefylling i gravene blir massene selvfølgelig ikke komprimert. Vi registrerer setninger på samme måte som ved bruk av jord. Dette er en indikasjon på at kisten etter kort tid bryter sammen.

Det er tilnærmet umulig å håndgrave i disse massene. Vi bruker urnebor ved urnenedsettinger.

I kuldeperioder registrerer vi at telen etter kort tid går dypere i disse massene enn i vanlig jord.

Jordsmonn

Vi har ikke registrert overflatevann, og jordmonnet har meget god bæreevne for maskiner gjennom hele året. Med en samlet finstoffandel på bare ca 8 % er matjordlaget tørkesvakt. Det gikk flere år før vi fikk en tett og god plen. De første årene ble plenfeltene brune i vinterhalvåret.

Matjordlaget holder dårlig på vann og plantenæring. Med slik vekstjord er det nødvendig å gjødsle med relativt korte

intervaller, (små mengder per gang) om vi skal ha en kontinuerlig grasvekst og en vakker grønn plen. Antall gjødslinger er avhengig av nedbør og utvasking av gjødsel.

Vi benytter bioklipper og forventer derfor at humusinnholdet i toppsjiktet bygges opp og at gjødselbehovet etter hvert vil avta noe. Da vi ikke vanner plenene, må vi akseptere noe tørkestress i nedbørfattige perioder.

Kostnadsvurdering

Opparbeiding av 10 dekar gravlundsareal, kistegraver i enkel dybde, urnegraver og navnet minnelund hadde en samlet kostnad på 10,1 mill inkl. mva.

Masseutskiftingen som omfatter kostnad med utsjaktning, pris på nye masser og innkjøring og utlegging av massene, hadde en kostnad på kr 2 654 000 eller 26 % av samlet kostnad. Denne løsningen gir en betydelig reduksjon i kostnader til drenering sammenlignet med kontaktdrenering.



Kistegrav gravd i 0-22 mm masser. Gravveggene står helt perfekt.

4. Oppsummering

Masseutskifting krever spesialkunnskaper og tverrfaglig kompetanse.

Forundersøkelsene vil avdekke om en kan benytte eksisterende grunn eller om det er behov for å masseutskifte. Det sikreste og billigste vil også i fremtiden trolig være å lete seg frem til arealer som har en grunn som er egnet til gravlund. Når eksisterende masser er uegnet til gravlund, kan masseutskifting være ett av flere alternativer.

Den metoden og de massene som ble benyttet på Hundvåg gravlund i Stavanger, har så langt gitt et tilfredsstillende resultat. Vi la vekt på å velge en masse som kombinerer evnen til å danne stabile gravvegger og samtidig ha tilfredsstillende permeabilitet.

Veien videre – behov for avklaringer

Det er kjent at gravlegging i tette jordarter (silt, leire, myr) kan føre til at kiste og kisteinnhold ikke brytes ned pga mangel på oksygen. Under anaerobe forhold kan det organiske materialet omdannes til likvoks (adiposere). Vi må forvente at tilgangen på oksygen er tilfredsstillende for mikrobiell nedbryting i de massene som er omtalt i denne utredningen. Noen stiller spørsmål ved om det varig vil være nok fuktighet for mikrobiell aktivitet i nevnte masser. Oppbevaring av organisk materiale under tørre forhold vil kunne føre til mumifisering.

Det bør snarest settes i gang forsøk med

måling (fullskalaforsøk) av fuktighet i masser som benyttes i masseutskifting for å få kartlagt sannsynligheten for å få en tilsiktet biologisk nedbryting. Dette bør utføres på flere steder i landet med ulike nedbørsforhold. Det bør også vurderes forsøk med nedbryting av organisk materiale (dyr) i slike masser under kontrollerte forhold.

I praksis tilfører vi inntil videre noe jord under og over kista for å bidra til mikrobiell nedbryting av kiste og kisteinnhold. Vi søker med dette å tilføre mikrober, særlig sopp, som bryter ned kisten. I tillegg søker vi å stabilisere fuktighetsforholdene ved å velge masser som holder bedre på vannet enn de rene 0–22 mm massene. Det bør arbeides videre med å beskrive et medium og mengde masse per grav som imøtekommer nevnte behov.

Stavanger, desember 2011

Eirik Stople

Gravlundssjef i Stavanger

Kilder:

Geotekniker Atle Christophersen

Konsulent Odd Andersen

Multiconsult, avdeling Noteby, Rapport nr. 210747-1 (2004)

Dette FAGUS Fakta publiseres for abonnenter på FAGUS Rådgivning og for medlemmer av Norsk forening for kirkegårdskultur med støtte fra kirkeavdelingen i Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet.

FAGUS Fakta er en serie publikasjoner skrevet av forskere og fagfolk for abonnentene på FAGUS Rådgivning. En serie FAGUS Fakta handler om invaderende fremmede planter og bekjempelse av dem. De fleste av disse ligger åpent tilgjengelig for alle. Se www.fagus.no for mer informasjon.