



## Lermembraner i regnvandsbassiner Arbejdsprocedurer - 2009

Udarbejdet for  
Århus Kommune  
Natur og Miljø, Teknik og Miljø  
Valdemarsgade 18  
Postboks 79  
8100 Århus C

(ref. GEO projekt 31851)

For nogle regnvandsbassiner, fx i områder med særlige drikkevandsinteresser, skal der etableres en lermembran, så udsivningen af regnvand fra bassinerne forhindres mest muligt.

Evt. krav om etablering af en lermembran vurderes særskilt for den enkelte sag i forbindelse med udstedelse af udledningstilladelser. Som udgangspunkt stilles der krav om etablering af lermembraner i områder, hvor grundvandet er særlig sårbart, og hvor der samtidig vurderes at være en potentiel stor forureningsrisiko. Det gælder f.eks. større erhvervsområder med tungt erhverv, som ligger i områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) eller i indvindingsoplande til vandværker udenfor OSD. I andre tilfælde, som f.eks. områder med boliger og/eller let erhverv eller områder udenfor OSD vil det som oftest ikke være nødvendigt at stille krav om dokumenteret tæthed i bassinet.

Hidtil har Århus Kommune i forbindelse med udstedelse af udledningstilladelser bedt ansøger om en beskrivelse af, hvordan den "tætte" membranbund opnås – en beskrivelse der efterfølgende har skullet godkendes af Århus Kommune.

Århus Kommune ønsker nu mulighed for i forbindelse med udledningstilladelsen at vedlægge en arbejdsprocedure, som beskriver, hvordan en lermembran skal udføres, så den er tilstrækkelig "tæt".

**Natur og Miljø**  
Teknik og Miljø  
Århus Kommune

Vandmiljø og Landbrug  
Valdemarsgade 18  
8000 Århus C

Sagsnr.:  
Journalnr.:  
Sagsbeh.:

Telefon: 8940 2755  
Telefax: 8940 2768

E-post: vandmiljo@mtm.aarhus.dk  
www.aarhuskommune.dk

I henhold til aftale har GEO udarbejdet en arbejdsprocedure for to situationer: Kontrol af in-situ-lermembran (intakte leraflejringer) og kontrol af en udlagt lermembran. Arbejdsprocedurerne er vedlagt i bilag A og B, som efter ønske kan vedhæftes Århus Kommunes materiale i forbindelse med udstedelse af udledningstilladelser.

Arbejdsprocedurerne er udarbejdet med udgangspunkt i GEOs generelle erfaringer samt DS/INF 466, 1. udgave, "Membraner til deponeringsanlæg".

Eurocode 7, del 1 og 2 (sidstnævnte i 1. udgave) er trådt i kraft ved årsskiftet 2009. Eurocode 7, del 2, som omhandler jordbundsundersøgelser og prøvning, er ved at blive oversat til dansk, ligesom der arbejdes på at lave nationale annekser. Indtil den bearbejdede udgave af Eurocode 7, del 2, foreligger, henviser vi til dgf-Bulletin 1 og 15 (altså til hidtil anvendt praksis) for retningslinier vedrørende den geologiske prøvebedømmelse samt standardklassifikationsforsøgene.

#### **Bilag**

- A In-situ-lermembran (intakte aflejringer)
- B Udlagt lermembran

## Bilag A: In-situ-lermembran (intakte leraflejringer)

### Forundersøgelser

I området, hvor regnvandsbassinet skal etableres, skal der udføres en geoteknisk undersøgelse med et omfang, så forholdene ved/under bassinbunden er klarlagt og stabilitetsforholdene samt behovet for midlertidig grundvandssænkning i forbindelse med anlægsarbejdet kan vurderes. Endvidere skal grundvandsspejlets stilling fastlægges med henblik på vurdering af membranens stabilitet ved tomt bassin.

Undersøgelsen skal gennemføres efter retningslinierne i Eurocode 7, der gælder fra 2009-01-01.

### Krav til lermembran

For at opnå en lermembran, som opfylder de krav, der normalt stilles til tæthed af membraner belastet af forurennet vand, kræves en permeabilitetskoefficient,  $k < 10^{-10}$  m/s.

Dette er erfaringsmæssigt opfyldt, hvis det i membranen anvendte ler opfylder følgende krav:

Lerindhold,  $L > 14$  %

Plasticitetsindeks,  $I_p > 5$  %

Desuden skal leret være komprimeret til minimum 95 % SP og have en tykkelse på 0,5 m.

### Kontrol

Kontrollen indledes med en visuel bedømmelse af bassinbund og -sider, suppleret med korte håndboringer. Der skal udføres håndboringer i net pr. 10 a 20 m. I inhomogene lermaterialer i net med en kantside på 10 m, i homogene lermaterialer i net med en kantside på 20 m. Boringerne udføres vinkelret på leroverfladen til 0,5 m under denne. Der udtages 1 poseprøve (1,5 kg) pr. håndboring.

Tilsynet i form af en uvildig rådgiver skal på det udleverede tegningsmateriale angive placeringen af prøvetagningshullerne, som indmåles og koteres. Borehullerne skal i hele dybden afropes til en tæthed svarende til den færdige membran. For hver håndboring registrerer tilsynet i form af en uvildig rådgiver eventuelle lagfølger, ligesom det angives i hvilken dybde, prøven er udtaget.

De udtagne prøver geologbedømmes efter alder og oprindelse i henhold til dgf-Bulletin 1, og der udføres vandindholdsbestemmelse i henhold til dgf-Bulletin 15.

På et repræsentativt udvalg af de udtagne prøver (min. 1 stk. pr. 1.500 m<sup>2</sup> leroverflade) bestemmes kornstørrelsesfordeling samt konsistensgrænser i henhold til dgf-Bulletin 15.

Hvor der i leret findes indslag af sand og grus, skal de øverste ca. 0,3 m homogeniseres ved fræsning, hvorefter overfladen komprimeres med tromle. Sand- og grusfrit ler (fx ret fedt, fedt og meget fedt ler) må ikke fræses.

Hvor der er foretaget fræsning skal leret komprimeres til minimum 95 % SP. Komprimeringsgraden kontrolleres ved isotopsondemålinger pr. 15 x 15 m leroverflade. Prøvetagningshuller skal i hele dybden afropes til en tæthed svarende til den færdige membran.

Der udtages min. 1 prøve pr. 2.000 m<sup>2</sup> leroverflade til referenceforsøg (standardproctor-forsøg). Det kan blive nødvendigt at udtage supplerende prøver af lerjorden til referenceforsøg, hvis jordsammensætningen i bassinbund og -sider varierer.

Hvis det konstateres, at ovennævnte krav til lerindhold, plasticitetsindeks, membrantykkelser eller komprimeringsgrad i et eller flere punkter ikke er overholdt, skal tilsynet i form af en uvildig rådgiver fastlægge behovet for supplerende målinger og/eller eventuel udskiftning.

Leroverfladen skal afleveres glattromlet og i øvrigt udføres med de projekterede plane flader.

Hvis der skal foretages bearbejdning af membranen (fræsning og komprimering), skal arbejdet udføres i tørvejr.

Når membranen er færdig og godkendt, skal den afdækkes med et beskyttende gruslag. Tykkelsen på gruslaget skal minimum være 0,15 m. Gruslaget udlægges med det formål dels at beskytte

leroverfladen mod udtørring dels danne et kendetegn, så leroverfladen kan detekteres, hvis der på sigt skal udføres en oprensning i bassinet.

Der skal føres journal over den udført kontrol, evt. med billedokumentation.

## Bilag B: Udlagt lermembran

### Forundersøgelser

I området, hvor regnvandsbassinet skal etableres, skal der udføres en geoteknisk undersøgelse med et omfang, så forholdene ved/under bassinbunden er klarlagt og stabilitetsforholdene samt behovet for midlertidig grundvandssænkning i forbindelse med anlægsarbejdet kan vurderes. Endvidere skal grundvandsspejlets stilling fastlægges med henblik på vurdering af membranens stabilitet ved tomt bassin.

Nærværende arbejdsprocedure omhandler udlægning af lermembraner på faste, intakte (uorganiske) aflejringer eller egnede fyldmaterialer. For eventuelle regnvandsbassiner i blødbundsområder, skal der foretages individuelle vurderinger.

Undersøgelsen skal gennemføres efter retningslinierne Eurocode 7, der gælder fra 2009-01-01.

### Krav til lermembran

For at opnå en lermembran, som opfylder de krav, der normalt stilles til tæthed af membraner belastet af forurennet vand, kræves en permeabilitetskoefficient,  $k < 10^{-10}$  m/s.

Dette er erfaringsmæssigt opfyldt, hvis det i membranen anvendte ler opfylder følgende krav:

Lerindhold,  $L > 14$  %

Plasticitetsindeks,  $I_p > 5$  %

Desuden skal leret være komprimeret til minimum 95 % SP og have en tykkelse på 0,5 m.

### Kontrol

Underlaget, hvorpå lermembranen skal opbygges, skal bestå af faste, intakte (uorganiske) aflejringer eller egnede fyldmaterialer komprimeret til mindst 95 % SP.

Inden lerfylden indbygges i membranen, skal det kontrolleres, at den opfylder kravene med hensyn til lerindhold og plasticitetsindeks. Fra depotet udtager tilsynet i form af en uvildig rådgiver 1 prøve pr. ca. 250 m<sup>3</sup>. Ud fra en visuel bedømmelse af disse udvælges der et antal prøver svarende til 1 pr. ca. 750 m<sup>3</sup> fyld, for hvilke der i et uvildigt laboratorium bestemmes lerindhold og plasticitetsindeks.

De udtagne prøver geologbedømmes efter alder og oprindelse i henhold til dgf-Bulletin 1, og der udføres vandindholdsbestemmelse i henhold til dgf-Bulletin 15. Kornstørrelsesfordeling samt konsistensgrænser bestemmes i henhold til dgf-Bulletin 15.

Lermembranen, der skal have en samlet tykkelse på 0,5 m, skal opbygges af 2 lerlag, som homogeniseres ved fræsning og efterfølgende komprimeres med tromle til min. 95 % SP.

Anvendes der sand- og grusfrit ler (fx ret fedt, fedt og meget fedt ler) undlades fræsning dog.

Komprimeringsgraden kontrolleres fra den færdige overflade ved isotopsondemålinger pr. 15 x 15 m. Alle komprimeringskontrolpunkter indmåles og koteres. Prøvetagningshuller skal i hele dybden afproppes til en tæthed svarende til den færdige membran.

Der udtages 1 prøve pr. 2.000 m<sup>2</sup> leroverflade til referenceforsøg (standardproctorforsøg). Det kan blive nødvendigt at udtage supplerende prøver af lerjorden til referenceforsøg, hvis lerfyldens beskaffenhed varierer væsentligt.

Samtidig med komprimeringskontrollen udtages der i punkter pr. 15 x 15 m prøver af lerfylden. Ud fra en visuel bedømmelse udtages der af disse et repræsentativt antal prøver, for hvilke lerindhold og plasticitetsindeks kontrolleres.

Hvis det konstateres, at ovennævnte krav til lerindhold, plasticitetsindeks, membrantykkelser eller komprimeringsgrad i et eller flere punkter ikke er overholdt, skal tilsynet i form af uvildig rådgiver fastlægge behovet for supplerende målinger og/eller eventuel udskiftning.

Leroverfladen skal afleveres glattrømlig og i øvrigt udføres med de projekterede planer.

Udlægningen, fræsningen og komprimeringen af lermembranen skal udføres i tørvejr. Køres lerfylden i depot inden udlægningen, skal depotet indrettes, så der ikke sker opblødning af fylden (overfladen afrettes med fald og glattrømlig, så overfladevand bortledes).

Når membranen er færdig og godkendt, skal den afdækkes med et beskyttende gruslag. Tykkelsen på gruslaget skal minimum være 0,15 m. Gruslaget udlægges med det formål dels at beskytte

leroverfladen mod udtørring dels danne et kendetegn, så leroverfladen kan detekteres, hvis der på sigt skal udføres en oprensning i bassinet.

Der skal føres journal over den udførte kontrol, evt. med billeddokumentation.