

Drenering av bygninger

*Referat fra åpent møte arrangert av Norges byggforskningsinstitutt
på Blindern, 4. mai 1960*

OSLO 1961

Særtrykk av BYGG, nr. 10, 1960

Norges byggforskningsinstitutt

Drenering av bygninger

Referat fra åpent møte arrangert av Norges byggforskningsinstitutt 4. mai 1960

i Auditoriet, Forskningsveien 1, Blindern

DK 696. 12/13

Av mange meldinger til NBI går det fram at bygninger er skadd på grunn av vann som trenger gjennom grunnmuren til kjelleren. Skade på grunnmurer som skyldes telebryting eller telehiving, er heller ikke sjelden og har ført til omfattende og kostbare utbedringer. Årsaken til slike skader ligger ofte i feilaktig utført drenering og i tilbakefylling rundt grunnmurene med uriktige jordmasser. Uheldig plasering av huset i terrenget og feilaktig terrengbehandling er ofte en medvirkende årsak.

NBI mener å ha erfart at det rår stor uenighet — for ikke å si uklarhet — om hvorledes dreneringen på beste måte bør utføres.

I bygningsloven — § 60 — er bestemt at bygninger skal «omhyggelig dreneres i den utstrekning og på den måte som det av bygningsrådet finnes påkrevet». I Kommunal- og Arbeidsdepartementets byggeforskrifter finnes derimot ingen rettledning for hvorledes dreneringen bør utføres.

I Oslo før byutvidelsen hadde bygningsrådet overlatt til Vannverket å bestemme hvorledes dreneringen skulle utføres. Bestemmelsene finnes i det såkalte «Oslo-reglement» for utførelse av rørleggerarbeider. Omtrent de samme bestemmelser om drenering finner vi også i «Landsreglement» som er vedtatt til anbefaling for de enkelte kommuner av Norske Kommunale Ingeniørveseners Forening.

Tidligere Aker kommune hadde bestemmelser som avvek fra dem som ble brukt i Oslo. Regler for utførelse av drenering i Aker var bestemt av bygningsrådet. Reglene gjelder fremdeles i disse områder. I Oslo praktiseres derfor for tiden to forskjellige reglementer.

Den praktiske utførelse av drenering for bygninger i landet for øvrig er høyst forskjellig og ofte avhengig av den enkeltes skjønn og gode vilje.

På bakgrunn av disse forhold mener NBI at det er behov for en anvisning på utførelse av drenering. Anvisningen bør bygge på de erfaringer og det kjennskap våre geoteknikere har til jordartene, og samtidig være praktisk gjennomførlig.

Under arbeidet med en slik anvisning viste det seg å være adskillig uenighet om hvorledes dreneringen på beste måte skulle utføres. Denne uenighet var så vidt stor at NBI har funnet det riktig å innkalle interesserte til et møte for å få diskutert problemene og få dem best mulig belyst av fagfolk.

NBI's forslag til byggdetaljblad om drenering var på forhånd sendt enkelte institusjoner og spesielt innbudte og var ellers utlagt på møtet.

Innledere på møtet var overingeniør Ove Eide, Norges geotekniske institutt og overingeniør Sverre Skaven-Haug, NSB's geotekniske avdeling.

De to innlegg er gjengitt i det etterfølgende.

Under diskusjonen fremholdt en av deltakerne det viktige ved en god forbindelse mellom ytre og indre drens-system. Det å føre grunnmuren kompakt ned på grunnen og stenge inne alt vann, må være galt. For små hus hadde han selv, med godt resultat, lagt ut kultlag for kjellergolvet og satt grunnmuren på dette laget, fig. 1. I slike tilfelle skulle det ikke være nødvendig med drensledning rundt huset. Hvis det skulle være et oppkomme midt under huset, kunne vann fra dette ledes vekk i egen ledning til kum.

Norges byggforskningsinstitutt vil gjerne takke innleiderne, de som deltok i diskusjonen og de som har sendt skriftlige merknader. De har derved bidratt til å avklare problemene og har vært oss til god hjelp med utarbeidelsen av vårt Byggdetaljblad NBI (12). 401 DRENERING AV BYGNINGER.

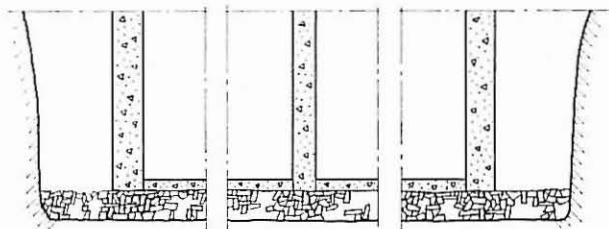


Fig. 1. Grunnmur støpt på kult, pukk eller grus. Drens-systemet strekker seg gjennom hele huset.

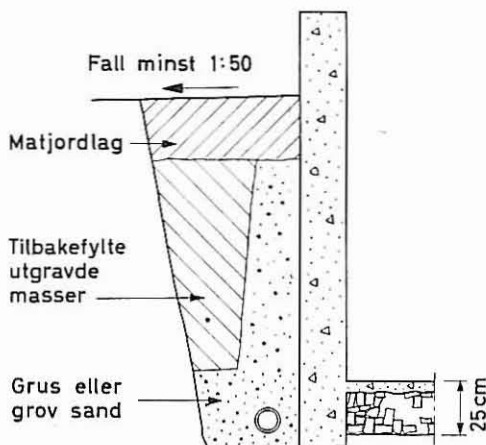


Fig. 2.
I byggetomter med siltig leire eller silt (mjøle og finmo) bør det drenerende lag samtidig være et filter. Det fylles inntil muren med et minst 20 cm tykt lag grus eller grov sand. Fyllingen kan eventuelt utføres mot en lem e.l. som trekkes opp etter hvert som det fylles.

Av de ting som avviker fra vanlig utførelse av drenering, kan nevnes: Overgang til ett rør i ledningen istedenfor to, og mindre fall på ledningen — 1:200 i stedet for 1:100 — under forutsetning av at ledningen omsluttet av et filter. Av særlig viktighet er poengteringen av at det fylles inn til muren med et vanngjennomslippelig materiale. I fig 2, [NBI (12). 401, fig. 231 a], er vist drenering med tilbakefylling inntil grunnmur der byggegrunnen er silt.

Overingeniør Eides innlegg.

Dreneringens hensikt.

Formålet med å drenere rundt hus er å skaffe en tørr kjeller og derved forebygge de skader som kan følge med våte eller fuktige kjellere.

Det man ellers vil forebygge, er skader på grunn av jordtrykk, telebryting og teleløfting på bygningen.

Når det skal gis retningslinjer for drenering som i alle tilfelle er tilstrekkelige, men heller ikke unødige kostbare, må det tas hensyn til de lokale forhold i hvert enkelt tilfelle. Det vil si at det må tas hensyn til grunnens beskaffenhet, grunnvann, terrengforhold og teledybde. Disse forhold varierer sterkt. Retningslinjene bør derfor etter min mening kun gi enkelte prinsipielt riktige løsninger i form av eksempler, og ellers bør det bygges på de erfaringer man har i de forskjellige områder i landet.

Jordarter.

Jordartene inndeles stort sett i tre grupper:

1. De grovkornede jordartene grus og sand.

Disse jordarter regnes gjerne ned til 0,06 mm, idet vi tar med grovmo i den gruppen. Denne jordartsgruppe har normalt liten kapillær stighøyde¹⁾ og den er ikke telefarlig. Den er vanligvis det vi kaller for fritt drenerende.

¹⁾ Kapillær stighøyde er den høyde over grunnvannstanden der jorden er helt vannmettet.

2. Mellomjordartene — silt.

Mellomjordartene har internasjonalt den geotekniske betegnelse silt. Denne betegnelsen er også innført her i landet.

Siltjordartene er ikke så svært vanngjennomslippelige, forholdsvis langsomt drenerende, og har en betydelig kapillær stighøyde. De er da også de mest telefarlige jordarter.

3. Den mest finkornete jordart — leire.

Leire er lite vanngjennomslippelig og har meget stor kapillær stighøyde. Det tar lang tid å tørke ut en leire ved drenering. En homogen, fet leire er lite telefarlig, mens derimot en oppsprukket tørrskorpeleire eller en grov leire er absolutt telefarlig. Foruten disse tre jordartsgrupper har vi de organiske jordartene torv og gytje.

I naturen forekommer jordartene i forskjellige blandinger og lagdelinger alt etter de geologiske avsetningsforhold.

Med telefarlig grunn forstås et telehivende materiale. Når frosten går ned i bakken, skjer det en volumutvidelse av materialet og en terrengløfting. Teledannelse har sin årsak i at det suges opp vann kapillært fra grunnen til telefronten. Under frysingen dannes iskrystaller, og tildels rene islinser i telefronten.

Grunnvannets strømminger i jord.

Når vann strømmer i jord, avtar trykket som følge av den motstand vannet møter. Graver man et hull i bakken, vil grunnvannet etter en tid fylle hullet opp til en viss høyde. Trykker man et rør som nederst er porøst, ned i bakken, vil også dette bli fylt med vann til et visst nivå, avhengig av trykket i porevannet ved spissen av røret. Plaserer man slike rør — poretrykkmålere — i forskjellige dybder, vil man kunne se hvorledes vanntrykket øker med dybden.

Svært ofte vil man se at vanntrykket ikke øker hydrostatisk i forhold til grunnvannsnivået. I enkelte tilfelle kan vi ha lag som står under høyere vanntrykk. Der vil da være en oppadgående grunnvannsstrøm i bakken. Dette fenomen kalles artesiske trykk og kan f. eks. oppstå i gruslag over fjell på dypere liggende partier.

Hvis der er et drenert lag i en viss dybde, kan forholdet være motsatt. Vanntrykket i grunnen avtar da nedover i forhold til hydrostatisk trykkfordeling.

Et eksempel på dette kan jeg nevne fra Faret sykehus ved Skien. Der er det et øvre grunnvannsnivå i 1,5 m dybde, og grunnen består av sand og silt med enkelte tynne leirelag. Vanntrykket avtar nedover i sandlagene og i ca. 15 m dybde er det ikke vann i det hele tatt. Man kan her helle på vann uten å få det til å stige opp i røret. Tilsvarende er det også oppe på Gløshaugplatået i Trondheim, der det er finkornete siltmasser på toppen og et drenerende sandlag i 7—8 m dyp. Her trakk man nytte av dette drenerende sandlaget ved å perforere det øvre laget. På denne måte slapp man vanskelighetene med å grave under grunnvann i en siltjordart.

Hvis et areal overbygges slik at fordampningen helt eller delvis hindres, vil dette normalt føre til at grunnvannstanden stiger. Dette er f. eks. flere ganger målt ved flyplasser, der det er lagt et tett dekke av asfalt eller betong.

Ved graving i lagdelte jordarter kommer man ofte bort i vanskeligheter med vannførende lag. Et forhold som kan by på store vanskeligheter under utgraving, er at man under en finkornet jordart har et grovere lag med vanntrykk. Man kan da få en sterkt oppbløtt og gyngende byggegrunn.

Erosjon.

Når vannet strømmer gjennom jord, vil det kunne rive løs og flytte korn. Dette kalles grunnvannserosjon. Hvis grunnvannet kommer frem i en skråning, vil det kunne vaske kornene ut. Hvis dette skjer i en elve eller en bekkeskråning, kan materialet bli ført helt vekk. Tilsvarende vil det kunne skje en utvasking dersom grunnvannet kommer frem i en grøfteside der grøften er fylt med grove materialer. Innstrømmende vann vil også kunne vaske finstoff inn i en drensledning.

En grunnvannserosjon er ubehagelig på to måter, dels fordi det kan dannes hulrom og dermed skadelige setninger, og dels fordi kultlag og drensledninger går tette og blir ubrukelige.

For at vann som strømmer fra et finkornet materiale inn i et grovere ikke skal føre med seg korn, må det grove materialet være et filter i forhold til det finkornete. Det finnes mange forskjellige filterkriterier, basert på de to materialers kornstørrelsesfordeling:

En enkel regel sier at:

$$d_{15} > 4 d_{15}^o \quad \text{og} \quad d_{15} < 4 d_{85}^o$$

d_{15} og d_{85} angir den korndiameter hvor henholdsvis 15 % og 85 % av materialet har mindre korndiameter. d^o angir det finkornete grunnmaterialet og d^i er filtermaterialet, se fig. 1.

Usortert materiale slik som naturgrus, er mere motstandsdyktig mot grunnvannserosjon enn mer enskornete materialer. Prinsippet ved dekkning av en drensledning må da være at man nærmest ledningen legger det grove materialet, og at dette materialet da oppfyller kravet om å være filter mot det utenforliggende finere materiale. Filtermaterialet må selvfølgelig da være tilstrekkelig vanngjennomslippelig, slik at det slipper vann inn til ledningen uten for stor motstand.

Setninger.

Det er viktig å være oppmerksom på at en grunnvannssenkning medfører en setning. Denne setning kan deles i to bidrag, nemlig den setning som man får i den sone hvor grunnvannet senkes og den setning man får i grunnen under det nye grunnvannsnivå. Begge steder skyldes setningen en økning i korntrykkene, idet reduksjon i totalspenninger ikke er så stor som reduksjonen i poretrykk. I den øvre, tørrlagte sone kan det også være en viss uttørringseffekt i tillegg.

I sand vil, hvis ikke sanden er spesielt løst lagret, setningen på grunn av en grunnvannssenkning være forholdsvis liten. I leire derimot vil en grunnvannssenkning kunne medføre tildels betydelige setninger.

Fig. 3. Virkningen av en uttapping av et vidt utstrakt gruslag under en leiravsetning. Eksemplet er hentet fra Holmenkollbanens tunnel under dyprennen i Slottsparken (etter G. Holmsen). Uttappingen fra gruslaget førte til en sterk reduksjon av poretrykket og dermed økning av de effektive spenninger i bunnen av dyprennen, og forårsaket setningsskader på bygninger i stor avstand fra tunnelen.

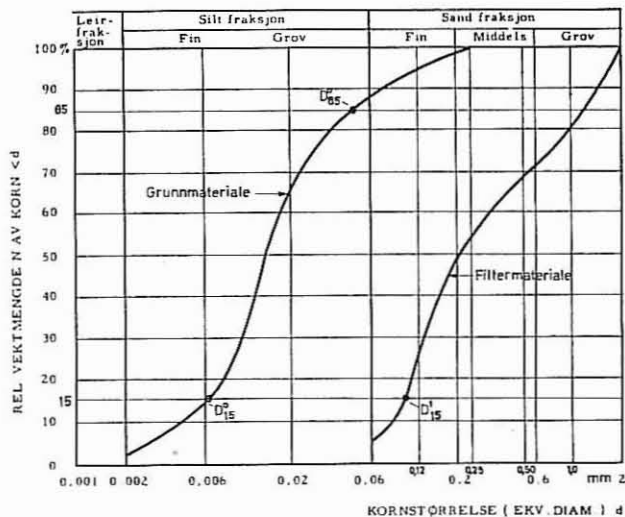
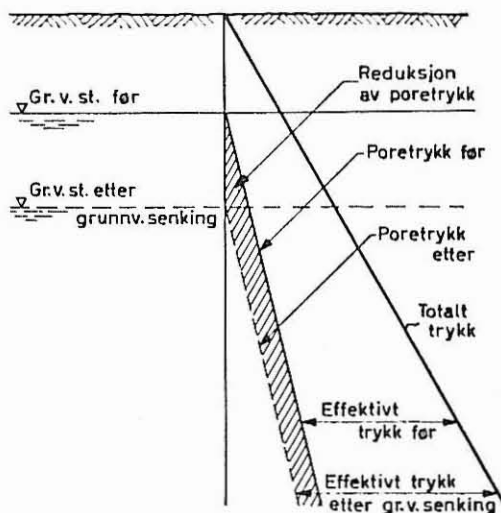
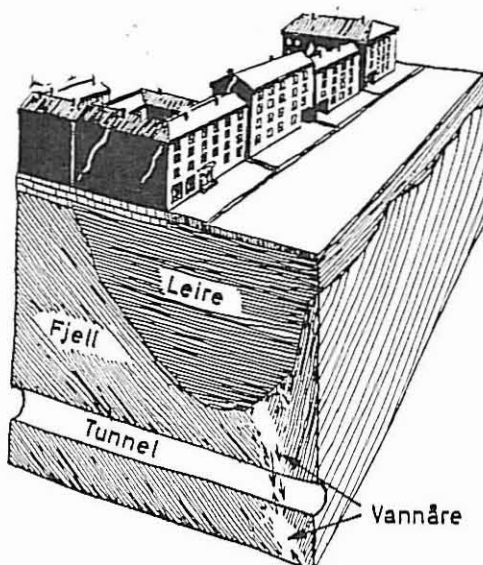


Fig. 1. Krav til kornstørrelsesfordeling i et filtermateriale. Kurven til venstre viser et materiale som skal beskyttes. En utregning av verdiene for $4 d_{15}^o$ og $4 d_{85}^o$ viser her at filtermaterialet oppfyller betingelsen.



$$\text{Effektivt trykk} = \text{totalt trykk} - \text{poretrykk}$$

Fig. 2. Virkningen av en grunnvannssenkning på spenningsforholdene i et jordprofil.



Disse setninger vil strekke seg over lang tid, idet endel av setningen skriver seg fra den dypereleiggende leire.

At en tørkesommer som den vi hadde sommeren 1959, kan gi betydelige setninger, så vi flere eksempler på. Det oppsto da uvanlig dype og store torrskorpesprekker, og flere bygninger fikk store og tildels ujevne setninger.

En spesielt stor effekt kan dreneringen få hvis den kommer i forbindelse med permeable lag, slik at dreneringen strekkes ut over et stort område.

Slike drenerende lag finner man ofte i bunnen av leiravsetninger. Utgravninger til fjell og grøfte- og tunnelsprengninger i fjell under en leiravsetning kan derfor ofte forårsake setninger i stor avstand fra anlegget (se fig. 3).

I de fleste byer skjer det en langsom grunnvannsenkning som følge av at dreneringsdybdene stadig øker.

Kapillaritet.

Ved grunnvannsnivå forstår man vanligvis den dybde hvor man får fritt vann når man graver et hull i bakken. Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at man over grunnvannsnivået har en sone hvor porene er fylt med vann (kapillært oppsuget vann). Den kapillære stighøyde øker ved finkornet materiale og også med økende lagringstetthet. For grov sand regner man ofte med en kapillær stighøyde på 3—15 cm, for mellesand 10—50 cm, for finsand (grovm) fra 30 cm opp til 3½ m, for silt fra 1½—10 m og for leire over 10 m.

En jordarts kapillære stighøyde måles i laboratoriet ved at en vannmettet prøve i et glass utsettes for et ensidig undertrykk. Det undertrykket som skal til for å suge luft gjennom prøven, tilsvarer kapillær stighøyde.

En kjeller dreneres for å hindre at vann kapillært suges opp til kjellergolvet eller inn til grunnmuren. Normalen bør være at man har tilstrekkelig grovt materiale mot kjellergolv og -vegger, slik at man her har luftfylte porer. En unntagelse kan det være hvis det fundamenteres på hel betongsåle som samtidig danner golv, og denne ligger på fet leire. Leiren vil da være mindre vanngjennomslippelig enn betongen, og hvis det kan skje en fordampning fra betongen, vil denne kunne holde seg tørr selv om det er vannmettet leire under golvet.

Hvis det må regnes med et vanntrykk mot betongen og en viss lekkasje, f. eks. gjennom sprekker og riss, er det vanlig å legge inn en såkalt innskutt drenering, dvs. at det legges et kult- eller pukklag på betongsålen og et kjellergolv oppå dette. Det skal da være fall mot en pumpekum. Veggene gjøres også dobbelte. Ved en slik utførelse er det best å støpe direkte på leiren for å få minst mulig lekkasjevann inn.

Tele.

Selv om man fører fundamentene ned til frostfri dybde, vil man kunne få teleskader hvis dreneringen ikke er godt utført og det fylles telefarlige masser rundt grunnmuren. Teleskadene består da i at grunnen fryser fast til grunnmuren og man får teleløftning ved sidegrep. Disse skader oppstår fortrinnsvis på lette bygninger, villaer, og er mest utpregede ved hjørner hvor telen får best tak. Det kan også oppstå et betydelig teletrykk mot grunnmuren, idet teleløftningen

nærmest huset hindres hvis materialet fryser fast til grunnmuren. Det oppstår da også et sidetrykk mot grunnmuren.

Der kjellergolvet ligger omtrent i høyde med terrenget og drensledningen ligger innvendig for å være frostfri, må man regne med at det kan stå vann i grunnen utenfor. Et viktig spørsmål er da, i forbindelse med teleløftning ved sidegrep, om det er tilstrekkelig bare å fylle med ikke-telefarlig materiale på yttersiden. Jeg tror at man i slike tilfelle vil kunne få teleløftning på bygninger. Hvis grunnmaterialet er teleløftende, vil det kunne overføre ganske betydelige krefter gjennom den frosne sone inntil muren.

Drensledningen.

Innvendig eller utvendig plassering av drensledningen kan være nokså likeverdig, dersom man har et gjennomgående godt drenerende lag under golv og opp langs grunnmur. Hvis grunnvannet kommer inn hovedsakelig fra siden, vil det være naturlig å legge dreneringen på yttersiden. Kommer derimot grunnvann opp under bygningen, vil det som oftest være naturlig å legge drensledningen innvendig.

Avstanden mellom drensledningene og drenenes dybde under kjellergolvet vil være avhengig av drens-slaget under golvet. Plasseres drenene dypt, kan avstanden mellom dem være tilsvarende større.

Et kultlag bør i grunnen være en god nok drenasje i seg selv. Det å legge drensledninger i kult, kan synes litt unødvendig — man kan neppe tenke seg noen stor grunnvannsnivåforskjell i et kultlag.

Et meget viktig spørsmål er beliggenheten av fundamentets underkant i forhold til dreneringen. Når det stilles krav om at dreneringen ikke skal ligge dypere enn underkant fundament, er dette så vidt jeg har forstått, av hensyn til setningene og fundamentenes bæreevne. Ved korte drensledninger vil det ikke være noe problem, men er det en lang bygning eller en bygning med stort areal, vil dette krav kunne medføre ganske betydelig ekstragraving for fundamentene.

Som nevnt medfører en grunnvannsenkning en setning, men en stor del av denne setningen ligger ofte i de dypereleiggende lag under det framtidige grunnvannsnivå. Det spiller da mindre rolle i hvilken dybde fundamentet ligger i forhold til dreneringen.

Det er imidlertid mange bygninger som har fått skadelige setninger på grunn av at det er gråvet f. eks. en dyp kloakkgrøft i gaten utenfor. Man skal således ikke uten videre akseptere at dreneringen kan ligge dypere enn fundamentene. Men i svært mange tilfelle vil man kunne legge dreneringen noe dypere enn fundamentene uten at dette fører til nevneverdige eller skadelige setninger. Dette gjelder f. eks. i sand og i tørrskorpe og også tildels i noe bløtere leire. Drensgrøften må da trekkes noe ut fra fundamentet, både av hensyn til fundamentets bæreevne og for at belastningen ikke skal ødelegge drensledningen.

Ved avtrapping av kjellergolv skal det legges inn en tversgående drenering. Ved større avtrappinger må nødvendigvis denne ledning bli liggende dypere enn ovenforliggende fundament.

I de tilfelle hvor det ikke vil oppstå skadelige setninger på grunn av at dreneringen ligger noe dypere enn såleunderkant, skulle man også kunne fore ledningen under bygget, og derved redusere fall-lengden.

Man vil da naturlig senke fundamentet på det sted hvor drensledningen krysser grunnmuren.

I enkelte spesielle tilfelle kan det til og med være ønskelig å drenere til større dybde for å stabilisere grunnen. Jeg tenker på de tilfelle hvor vann strømmer opp i byggegropen eller hvor denne blir sterkt oppbløtt og gyngende på grunn av stort vanntrykk i et underliggende lag.

Det finnes en del spesielt vanskelige byggetomter. Jeg tenker da på skråninger der grunnen består av såkalt kvabb. Det er en enskornet grovsilt som lett blir flytende ved overskuddsvann, og som er meget erosjons- og telefarlig. Her oppstår det ofte vanskeligheter i skråningen ovenfor huset. Norges geotekniske institutt har fått flere henvendelser i slike saker, hvor det er søkt om midler fra naturskadefondet. I mange slike tilfelle har det vært nødvendig å drenere skråningene.

Overingeniør Skaven-Haug's innlegg.

Lukket drensgrøft.

Den lukkede drensgrøften har som oppgave å senke grunnvannstanden. Den skal avskjære vanntilførsel fra siden og lede vannet bort raskest mulig i grøftens fallretning. Hvis hensikten er å stabilisere en skråning, må grøften føres ned til tilstrekkelig stort dyp, helst ned i tett jord. Ifyllingsmateriale og rør eller løp skal være av en slik art at drevsvirkningen er varig. Et lukket drensør som etter få år går tett er sløseri med penger, men verre er det at den kan være farlig. Er først grunnvannet ledet inn i en kunstig bane, og dette løpet så tilstoppes, så er det også stor mulighet for at store vannmengder bryter ut på lokale steder og fører til grunnbrudd.

Jeg har truffet anleggsfolk som påstår at en lukket drensgrøft ikke har varighet mer enn 2—5 år. Det må da ha vært vanskelige jordarter og en utilfredsstillende utførelse av grøften. Når erfaringene kan være så dårlige, er det all grunn til å ta problemet opp til nærmere granskning.

Graver vi opp en tilstoppet drensgrøft — og det hender altfor ofte at vi er nødt til det — så kan vi vanligvis konstatere:

1. Jordarten på stedet er vannførende kvabbjord (silt).
2. Ifyllingsmassen i grøften, som hos oss ofte er stein, har kvabbfylte hulrom og har ikke lengre drevsvirkning.

3. Løpet eller røret i bunnen av grøften er sandet igjen fordi det ikke har vært god filteravdekning, eller fordi rørene er blitt forskjøvet under gjenfylling av grøften.

Den mest alminnelige utførelse hos oss har vært steinfyllt grøft med oppbygget steinløp i bunnen. Ovenfor avdekning med grøftejord eller tilført tett jord, fig. 1 a og b. Standardgrøften fra den siste store anleggsperiode ved NSB er steinfyllt grøft med 2 rader drensør av tegl og overliggende mufferrer, fig. 1 c. Inspeksjons- og rensekummer er lagt inn med ca. 50 m mellomrom og mufferrøret fører vannet fra kum til kum. Drensgrøften ligger ved siden av linjegrøften for at kummene skal være tilgjengelige og ikke stenge linjegrøften. Når denne grøfteutførelsen stort sett har gitt gode resultater, så skyldes det i vesentlig grad mufferrøret.

Det har vært god tilgang på stein ved norske anlegg og man har nok også ment at stein med store hulrom ledet vannet godt. Erfaringen viser at i vannførende siltjordarter (mo-mjele), nettopp de jordarter som har størst behov for drenering, fylles hulrommene mellom steinene etter kort tid og steinfyllingen blir ineffektiv som drens masse.

Som drensør brukes hos oss de konvensjonelle muffeløse teglsteinsrør som legges butt i butt. De brukes overalt i landbruket, i drensgrøfter for kjellermurer og tildels også i viktige tekniske grøfter. I beste fall legges teglrørene ut på et treunderlag og skjotene dekktes med mose, treull eller liknende. Derover stein og til slutt jord. Vi vet av smertelig erfaring at de muffeløse teglsteinsrørene lett forskyves ved overfylling og etter kort tid sandes igjen. Videre at overfylt stein og tilbakefylt jord etter få år blir tett, slik at den kostbare grøften i hele sin høyde blir ineffektiv. Det underer meg at denne slendrian og dette pengesløseri får lov til å fortsette.

Den enkle og sikre løsningen er mufferrør, som ikke kan forskyves og som er helt omhyllt av filtermasse, fig. 1 d. Ett stort rør er bedre enn to små. Med kummer for hver 40—50 m kan disse drensørørene om ønskelig spyles. Grøftebunnen avdekkes med minimum 10 cm filtermasse og flensrørene legges ut tettst mulig. For å være helt på den sikre siden dekktes skjotene med singel. Og selvfølgelig skal grøften fylles opp så høyt som mulig med filtermasse. Grøftebredden skal være minst mulig, men bred nok til at flensrøret får 15 cm omhylling av filtermasse.

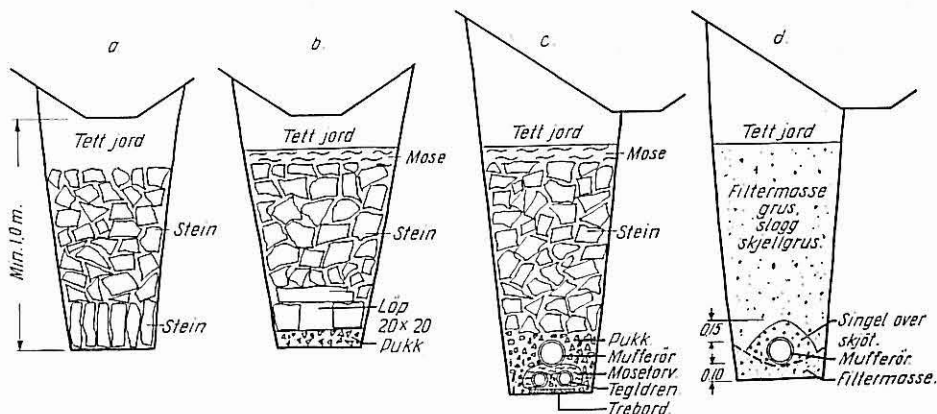


Fig. 1. Lukket drensgrøft. Utviklingsstadier for steinfyllt grøft fig. a og b. I siltjordarter går de tett. En bedre, men også kostbarere grøft, fig. c. Når denne siste utførelsen stort sett har svart til forventningene, skyldes det i vesentlig grad mufferrøret. Den enkle og sikre løsningen er mufferrør helt omhyllt av filtermateriale, fig. d.

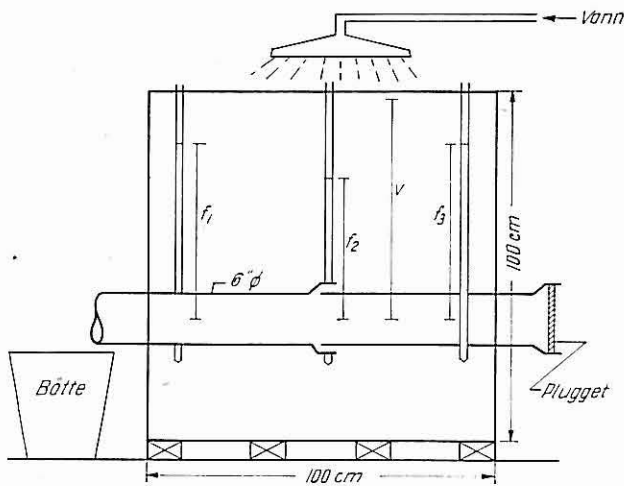


Fig. 2. Forsøksanordning med mufferrør som drensror.

Laboratorieforsøk.

Ved jernbanens geotekniske kontor er det utført en del forsøk i laboratoriet som vist på fig. 2. I en vann-tett kasse bygges det inn 6" mufferrør. Filtermateriale fylles opp til kassens overkant. Vann tilføres fra dusj inntil det blir fritt vannspeil i overkant av filterlag (V). Vanntilførselen reguleres deretter slik at vannstanden i vannstandsrorene holder konstant høyde (f_1 , f_2 og f_3). Dette er en drastisk påkjenning på drens-anordningen og kan vel svare til en oversvømmet drens-grøft.

Som filtermasser er brukt:

1. Naturgrus.
2. Skjellgrus.
3. Naturgrus med singel eller finpukk over skjotene.

Muffeskjotene er åpne og med følgende variasjoner:

A. Rørene tett sammen.

B. Avstand mellom rør 2 cm.

Det observeres pr. tidsenhet:

- a. Vannmengde gjennom skjøten.
- b. Filtermateriale i bøtte.
- c. » som ligger igjen i rør.

Forsøkene er langt fra å være avsluttet, men det kan angis noen foreløpige observasjoner.

I.

Med rørene lagt tettest mulig går det rikelig med vann gjennom skjøten selv om filtermateriale er bare naturgrus (1 A).

II.

Dekkes skjøten med singel eller finpukk (3 A) går det praktisk talt ikke filtermateriale gjennom skjøten. Samtidig blir vannføringen gjennom skjøten 4—5 ganger så stor som ved tilfelle 1 A.

III.

Med 2 cm avstand mellom rørene og skjøten dekket av singel eller finpukk (3 B) går det praktisk talt ikke filtermateriale gjennom skjøten.

Filtermateriale.

Filtermateriale må være lett gjennomslippelig for vann, samtidig som det skal ha en slik korngradering at det hindrer inntrenging av finmateriale fra omgivende jord. Et slikt materiale kan vi finne frem til ved å bruke filterregelen, fig. 3. Det har i praksis vist seg at naturgrus, av samme kvalitet som normen for ballastgrus ved NSB, har fremrakende filteregenskaper. På fig. 3 er filterregelen angitt for grensekurven mellom meget god og god ballastgrus. Kornstørrelsen ved 15 vektprosent gjennomgang er 0,30 mm. Punktene 1 og 2 er kjennetegnet ved at kornstørrelsen er $\frac{0,30}{5} = 0,06$ mm avsatt henholdsvis ved

85 og 15 vektprosent gjennomgang. Alle kvabbjordarter med siktkurve beliggende under punkt 1 og over 2 er tilfredsstillende beskyttet av en grus med fraksjonering svarende til grensekurven mellom god og meget god ballastgrus. Punktene 3 og 4 er tilsvarende punkter for grensekurven mellom brukbar og ubrukbar ballastgrus. Da nesten alle kvabbjordarter har siktekurver beliggende under 1 og 3 og over punktene 2 og 4 er det overensstemmelse mellom teori og praksis.

Til sammenlikning er på fig. 3 lagt inn siktekurven for tilslag (støpesand) etter Forslag til NS F 427 (1960). Grov støpesand I og middels grov støpesand II svarer meget nær til normen for ballastgrus og er følgende et godt filtermateriale.

Drensrørets utforming.

Drensrør med muffevirkning er ikke noen ny idé, men bruken av slike rør synes å ha gått i glemme-

Kornfordelingskurver.

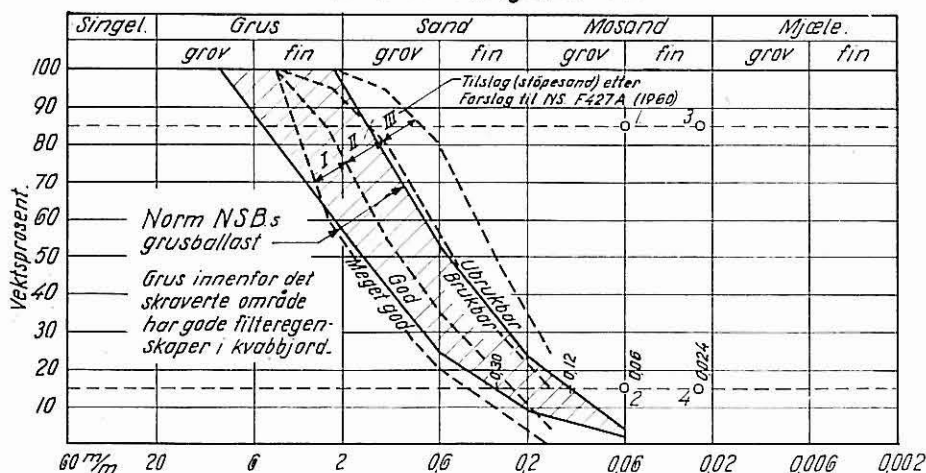


Fig. 3. Filtermateriale. Naturgrus med samme fraksjonering som normen for NSB's ballastmateriale har vist seg å være et godt filtermateriale. Ifølge filterregelen er alle kvabbjordarter med siktekurver under punktene 1 og 3 og over punktene 2 og 4 beskyttet av denne grusen. Grov og middels grov støpesand har samme egenskaper.

boken. Fig. 4 a viser koniske drensrør av tegl brukt ca. 160 år f. Kr. til tørrlegging av De pontiske myrer syd for Rom. Rørene er gjengitt etter beskrivelse i Aschehougs konversasjonsleksikon, Oslo 1957. Rørene ble skjott ved at de ble skjovet litt inn i hverandre. Diameteren var angivelig 43 cm. Fig. 4 b viser firkantede drensrør av tegl med løs muffe. Rørene ble funnet igjen da man tok ut en jernbaneskjæring for Stamne-Leangenlinjen i Trondheim og drensledningen kom fra kjellerdrensingen fra et hus fra 1700 års tallet. Drensrørene er blitt beskrevet for meg av avdelingsingeniør H. Hartmark, som var assistentingeniør ved anlegget. Til sammenlikning er på samme figur tatt med det konvensjonelle teglsteinsrøret som lett forskyves og et vanlig betongrør med muffe. Det kan vel ikke være noen tvil om at det konvensjonelle og fremdeles mest brukte drensrøret er den dårligste løsning hva utføringen angår.

Man har hatt en del dårlige erfaringer med betongrør i surt og aggressivt grunnvann. Betongen i dag er imidlertid vesentlig bedre og dertil frostsikker.

Vil man fortsatt til enkelte formål holde på de konvensjonelle teglrørene må de hindres i å forskyves. En mansjett av perforert plast skulle være en brukbar løsning. Mansjetten kunne bestå av 100 mm brede plastbånd, perforert med slisser 10×1 mm. Knaster som hindrer tett omslutning av rørene kan kombineres med en lettvent påknepningsanordning. Denne mansjetten skulle kunne løse 3 oppgaver: 1. hindre sideforskyvning, 2. sikre mot inntrenging av filtermateriale, og singeloverdekking er da unødvendig, 3. ha en viss filtervirkning, f. eks. i landbruksgrøfter, hvor man hittil ikke har satt store krav til fyllmassen i grøftene.

Kjellerdrenasje.

Drensgroften rundt kjellermurer har som oppgave å senke grunnvannstanden et stykke under kjellergulv og burde også være slik at kjellermuren til alle tider var tørr.

Gjeldende reglement for Oslo er 2 stk. muffeløse teglrør som dekkes av 20 cm singel eller puk. Herover 40 cm kultlag og høyere opp i grøften tillates tilbakefylt jord.

Denne drensanstalten er kanskje tilstrekkelig i Oslos gamle byggeområde. Her er grunnen overst ofte oppfylt eller den består av uttørket leire. I gatene graves det stadig ledningsgrøfter, som har drensvirkning en viss tid. Det er liten tilførsel av overflatevann,

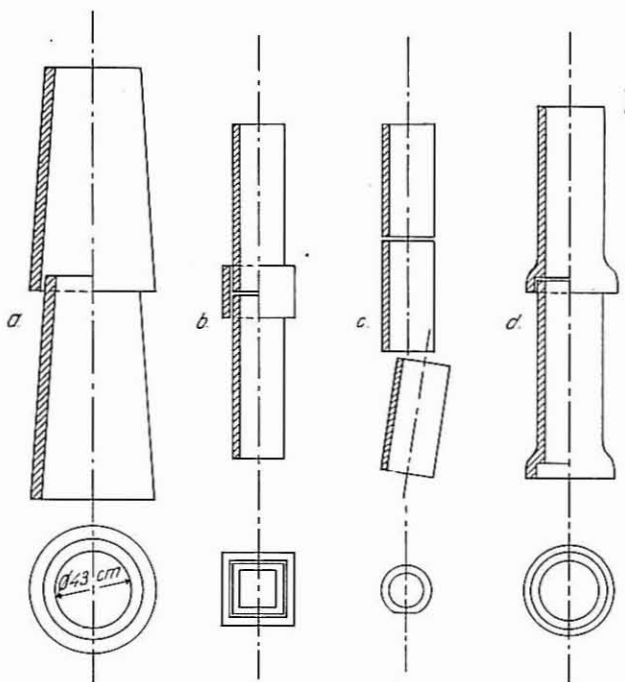


Fig. 4. Drensrør fra de pontiske myrer, ca. 160 år f. Kr., fig. a. Firkantet teglrør med løs muffe, funnet i kjellerdrensning for bygning fra 1700-tallet i Trondheim, fig. b. Konvensjonelle muffeløse teglrør, som lett forskyves, fig. c. Mufferør med åpne skjoter er et godt drensrør, fig. d.

fordi dette føres langs tette gate- eller plassdekker til sluk. Under slike omstendigheter er det ikke stor belastning på kjellerdrenasjen.

Ganske annerledes er forholdet i Oslos høyere strøk som nå bebygges. Her er grunnen på forhånd lite drenert og grunnvannstilførselen er større. Og fremfor alt må en regne med langt farligere jordarter — siltjordarter. Under slike forhold er gjeldende regler ikke tilstrekkelige, og vi har erfaringer for — i noen drastiske tilfelle — at kjellergulvet etter få måneder står under vann.

Konklusjonen må også for kjellerdrenasje bli:

1. Rørene skal ha en eller annen muffeordning slik at de ikke kan forskyves i skjøtene.
2. Rørskjøtene skal være omhyllt av et varig filter mot moderjordarten.
3. Grøften skal fylles helt opp under vekstlag eller plassdekke med filtermateriale.
4. Bare i sjeldne tilfelle kan ubeskyttet kultstein tillates brukt som drensmateriale.