



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

DRÄNERING AV JORDAR MED ROSTPROBLEM

Drainage of Soils with Ochre Problems

Gösta Berglund, Christina Huhtasaari och Anita Ingevall

DRÄNERING AV TRYCKVATTEN

Drainage of Areas Affected by Artesian Water

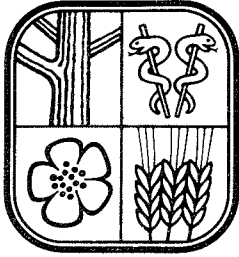
Anita Ingevall

**Institutionen för markvetenskap
Avdelning för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 138
Report**

Uppsala 1984
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-1989-1



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

DRÄNERING AV JORDAR MED ROSTPROBLEM

Drainage of Soils with Ochre Problems

Gösta Berglund, Christina Huhtasaari och Anita Ingevall

DRÄNERING AV TRYCKVATTEN

Drainage of Areas Affected by Artesian Water

Anita Ingevall

**Institutionen för markvetenskap
Avdelning för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 138
Report**

Uppsala 1984
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-1989-1

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
DRÄNERING AV JORDAR MED ROSTPROBLEM	
Förord	
Sammanfattning	1
Summary	3
Inledning	5
Rostbildning	5
Varifrån kommer järnet?	6
Jordartens betydelse	7
Bedömning av risken för rostutfällningar	8
Åtgärder när risk för rostutfällning föreligger	11
Undervattensdränering	12
Spolrensning av dräneringsledningar	16
Referenser	20
DRÄNERING AV TRYCKVATTEN	
Sammanfattning	21
Summary	22
Inledning	23
Tryckvatten	23
Förundersökning	25
Tryckmätningar	27
Tryckvattendränering	30
Vertikaldräneringens utförande	31
Referenser	36

FÖRORD

Vid försöksavdelningen för lantbrukets hydroteknik har sedan slutet av 1960-talet pågått undersökningar som syftat till att lösa problemet med rostutfällning i dräneringsledningar. Först i och med att metoden med undervattensdränering utvecklats, har det blivit möjligt att presentera ett acceptabelt förfaringssätt för dränering av rostutfällningsjordar. Idén till undervattensdränering har hämtats från Finland.

Flera personer har under denna tid arbetat med projektet. Ett viktigt bidrag till förståelse av problematiken har givits av agronom Christina Huhtasaari. Resultat från hennes examensarbete som behandlade rostutfällningsjordarna i övre Norrland, har utnyttjats i denna uppsats.

Den slutliga bearbetningen av materialet och redovisningen har utförts av agronom Anita Ingevall.

Arbeten med tryckvattendränering har under de senaste åren bedrivits vid avdelningen - dock endast i begränsad omfattning. De resultat som här redovisas, bygger huvudsakligen på danska undersökningar. Eftersom rostproblem och tryckvatten ofta är företeelser som följs åt, har det ansetts ändamålsenligt att publicera uppsatserna tillsammans.

Uppsala den 1 mars 1984

Gösta Berglund

DRÄNERING AV JORDAR MED ROSTPROBLEM

DRAINAGE OF SOILS WITH OCHRE PROBLEMS

GÖSTA BERGLUND, CHRISTINA HUHTASAARI, ANITA INGEVALL

SAMMANFATTNING

Rostutfällningar i dräneringsledningarna utgör på många håll ett allvarligt problem. Rosten sätter igen ledningarna och kan på så vis bringa hela dräneringssystem ur funktion. Det finns dock åtgärder som kan vidtas för att förhindra eller mildra rostens verkningar.

Innan en täckdikning utförs bör man undersöka om det finns risk för rostutfällningar. En förundersökning på fältet kan ge en god uppfattning om risken för utfällningar. Om t.ex. det gamla dikesystemet har satts igen av rost, så är sannolikheten stor för att detsamma kommer att ske med ett nytt.

Rosten bildas genom att tvåvärt järn förs med markvattnet till dräneringsledningarna där det möter luftens syre, oxideras och fälls ut. En undersökning av markvattnets innehåll av tvåvärt järn ger därför värdefulla upplysningar om utfällningsrisken. På sura marker är risken större, varför en undersökning av järninnehållet bör kompletteras med en mätning av pH-värdet. Dessutom bör jordarten bedömas och topografin studeras, för att man skall få en uppfattning om vattenrörelserna i området. Det är av avgörande betydelse, om järnet kommer med grundvattnet från omkringliggande marker eller om det kommer från markprofilen ovanför dräneringsledningarna.

Om järnet kommer från marklagren ovanför dräneringsledningarna kan en omdikning eller rensning få dikesystemet i funktion igen för åtskilliga år framåt. På fält där järnet kommer med grundvattnet från omkringliggande marker, hjälper däremot inte en omdikning eller rensning. Dikena sätts åter igen av det ständigt tillströmmande järnhaltiga vattnet. Den säkraste metoden för att undvika rostutfällningar på sådana fält är undervattensdränering. Genom att

dikessystemet hålls helt vattenfyllt, förhindras att luft kommer in i ledningssystemet. Järnet kan då inte oxideras och fällas ut, utan kommer att följa med vattnet ut genom dräneringsledningarna och bort från fältet.

Misstänk framtida rostproblem där:

- gamla täckdikessystem har satts igen av rost på eller i närheten av fältet som ska dräneras.
- "oljiga" hinnor och rödaktiga, geléliknande eller flockiga fällningar förekommer på och i vattnet i öppna diken.
- järnhalten överstiger 10 ppm i kombination med låga pH-värden.
- det förekommer tryckvatten och källsprång eller källsåg med järnhaltigt vatten.
- det finns kärr och mossar i anslutning till fältet som ska dikas.

Rekommendationer vid täckdikning på rostjordar:

- Utför om möjligt dräneringen som undervattensdränering - ställ ledningarna under vatten och reglera vattennivåerna.
- Gör enkla system och förbered dem för spolrensning. I vissa fall är det lämpligt att låta grenledningarna mynna direkt i öppna diken.
- Vid dikning med plaströr - använd rör med stora slitsar.
- Använd sågspån som filtermaterial. Vid undervattensdränering kan även grus, kokoslindade rör eller andra voluminösa material användas.
- Avled om möjligt från omgivningarna inströmmande vatten med ordentliga, avskärande laggdiken. (I vissa fall krävs speciell tryckvattendränering.)

SUMMARY

Precipitation of iron ochre in drainage pipes is a serious problem in many places. The ochre clogs the pipes and thus may cause a breakdown in the whole drainage system. However, there are measures that can be taken to prevent or restrict the effects of the ochre.

Before subsurface drainage is started, investigations should be made to estimate the risk for ochre clogging. If, for example, the earlier drainage system has been clogged, then there is a great probability for the same occurring with a new system. A preliminary investigation of the field will provide a good indication of any risk of precipitation of iron ochre.

The ochre is formed by divalent iron being carried in the soil water to the drainage pipes where it meets the oxygen in the air, is oxidized and precipitated. An investigation of the content of divalent iron in the soil water will, therefore, yield valuable information on precipitation risks. On acidic soils the risk is greater and an investigation of the iron content should be complemented with measurements of the pH-value. Similarly, the soil texture should be determined and the topography studied in order to obtain an opinion of water movements in the area. It is of decisive importance to know whether the iron enters the system with the groundwater from neighbouring areas or whether it comes from the soil profile above the drainage pipes.

If the iron comes from the soil layers above the drainage pipes a new drainage system or a clearing of the existing system will give the desired effect for many years to come. However, on fields where the iron enters with the groundwater from neighbouring areas, these measures do not help. The drains will again be clogged by the iron entering with the continuous flow of water. The safest method of avoiding ochre clogging in such fields is to keep the drainage system submerged. As the drainage system will be kept completely filled with water, air is prevented from entering the system. The iron then cannot become oxidized and precipitate and will leave the field with the drainage water.

Future ochre problems may be suspected where:

- old subsurface drainage systems have been clogged by rust in or close to the field to be drained
- "oily" films and reddish, jelly-like or clustery precipitates occur on and in the water in open ditches, etc.
- the iron content exceeds 10 ppm in combination with low pH-values.
- artesian water and springs containing iron-rich water occur.
- there are fens and bogs close to the field to be drained.

Recommendations when subsurface drains are to be installed on soils with ochre problems:

- Install a submerged drainage system - place the pipes under water and regulate the water levels.
- Design simple systems and prepare them for cleaning by flushing. In some cases it is suitable to allow the lateral lines to empty directly into open ditches.
- When using plastic pipes ensure that they have large slits.
- Use sawdust as filter material. When placing the drainage system under the groundwater table use can also be made of gravel, pipes wrapped in coconut fibre or other voluminous material.
- If possible divert water entering from the surroundings by means of well-dimensioned catch-ditches. (In some cases special artesian water drainage is necessary).

INLEDNING

Problem förorsakade av rostutfällningar i dräneringsledningar förekommer här och var i hela Sverige. Utfällningarna är stundom så omfattande att täckdikningar kan sättas helt ur funktion på bara något eller några år. Rostutfällningarna bildar oftast en rödbrun geléartad massa som fyller rören helt eller delvis. Därigenom förhindras en effektiv bortförsl av vatten från fältet. Denna typ av rostutfällningar har i Skåne fått det målande namnet "rödynga". Ibland förekommer en hård typ av rostutfällningar. Dessa utfällningar sätter sig i rörfogar och intagsöppningar och försvårar eller gör det helt omöjligt för vattnet att komma in i ledningarna.

Eftersom en täckdikning innebär en stor investering, bör den fungera effektivt under många år. Det är därför viktigt att risken för rostutfällning uppskattas redan vid projekteringen, så att förebyggande åtgärder kan sättas in i de fall detta bedöms nödvändigt. Åtgärder kan vidtas såväl för att förhindra att rost fälls ut som för att underlätta bortrensningen av det slam och de utfällningar som trots allt kan uppkomma. Åtgärderna får väljas allt efter förutsättningarna i fält.

ROSTBILDNING

Jordar med rostbildningsproblem förekommer, som tidigare nämnts, lokalt över hela landet. Vissa områden är dock särskilt utsatta. Detta gäller Skåne och Halland samt Västerbottens och Norrbottens kustland.

I själva verket innehåller alla jordar järn, men det är bara under vissa omständigheter som rostbildningsproblem uppstår. För att kunna bedöma risken för rostutfällningar är det därför nödvändigt att känna till något om hur rostbildningen går till.

Jordar med rostbildningsproblem brukar kallas rostjordar. På dessa jordar förekommer vanligen höga halter av järn löst i markvätska och dräneringsvatten. Det lösta järnet i markvätskan oxideras och fälls ut när det kommer i kontakt med luftens syre. Om oxidationen sker i dräneringsledningarna bildas de rostutfällningar vilka så småningom nedsätter rörens funktion.

I väl-dränerade och väl genomluftade jordar med tillfredsställande pH-värden uppstår sällan problem, även om markens järninnehåll är stort. Orsaken till detta är att järnet här, på grund av den goda syretillgången, föreligger i oxiderad form och därmed är fast bundet i jorden. Det järn som eventuellt förekommer löst i markvattnet fälls ut i marken innan det når dräneringsledningarna.

I vattendränkta jordar med lågt pH-värde och syrebrist är förhållandena annorlunda. I dessa jordar förekommer järnet i lättlöslig s.k. reducerad form. Reduktionen av järnet i marken sker genom vissa bakteriers försorg, vilka gynnas av bristen på syre. Bakterierna reducerar järnet från trevärt till tvåvärt järn. Den nödvändiga energin för denna reduktionsprocess hämtar bakterierna från organiska föreningar i marken. Detta innebär, att ju större mängd energirika föreningar som finns tillgängliga för bakterierna, desto större mängd järn kommer att reduceras och därmed att lösas ut i markvattnet (Ford, 1982).

Om en vattendränkt jord med syrebrist, lågt pH-värde och god tillgång på energirika organiska föreningar dräneras, är risken för rostproblem stor. De stora mängder järn som i detta fall finns lösta i markvattnet, kommer då att föras till dräneringsledningarna där järnet kommer i kontakt med luftens syre. Genom oxidation övergår järnet då, ofta med hjälp av andra bakterier än de ovan nämnda, till den svårlösliga trevärda formen. Trevärda järnoxider (rost) bildas och fälls ut i ledningarna. Att bakterier medverkar även vid den sistnämnda processen medför att utfällningarna förutom järnoxider också kan innehålla bakterieslem. Med i utfällningarna finns dessutom ofta andra föreningar som till exempel aluminium- och manganoxider samt organiska föreningar av olika slag.

VARIFRÅN KOMMER JÄRNET?

Att rostproblem uppkommer på vissa fält, men inte på andra inom samma område beror på hur jordart, topografi och hydrologi samverkar i det aktuella fallet. Av betydelse är bland annat det hydrogeologiska ursprunget av markvätskans järn, d v s om detta härrör från markprofilen ovanför dräneringssystemet eller är intransporterat av grundvattnet från omgivande marker.

Om järnet kommer från marklagren ovanför dräneringsledningarna rör sig det lösliga järnet nedåt med sjunkvattnet till dräneringsledningarna. Där fälls det ut, om oxidationsbetingelserna är tillräckligt goda. I detta fall tillförs inget järn utifrån, varför det järn som finns i profilen antingen kommer att föras bort med dräneringsvattnet eller, om jorden genom dikningen blir ordentligt genomluftad, att fastläggas i marken. Man kan därför räkna med att rostproblemen kommer att avta med tiden. Detta innebär att om en täckdikning i ett sådant område har satts igen av rost, så är det troligt att en rensning eller omdikning kommer att ge ett mer varaktigt resultat än vad den första dikningen gjorde.

Om järnet däremot förs in med grundvatten från omgivande marker, kan man inte förvänta sig att rostproblemen minskar med tiden. Järnhaltigt grundvatten strömmar i detta fall in från höjder eller våtmarker i grannskapet. Det ofta starkt järnhaltiga vattnet förs in underifrån under visst tryck, vilket medför att järnet faller ut så snart det når en zon med tillräcklig genomluftning. Om fältet är dränerat faller järnet ut runt om eller i dräneringsledningarna. I annat fall bildas ofta en skenhälla på den nivå där syrekonzentrationen är tillräckligt stor för att oxidation ska kunna ske.

Problemen är i dessa fall varaktiga. En förnyad dikning kan inte förväntas fungera bättre än vad den första dikningen gjorde, eftersom nytt järn tillförs kontinuerligt.

JORDARTENS BETYDELSE

Järninnehållet varierar mellan olika jordarter. Särskilt järnrika är gyttjejordar och sulfidleror. Dessa jordar återfinns på gamla sjöbottnar och längs vattendrag i flack terräng, men också där det tidigare varit grunda havsvikar. Avlagringen av mineralslam och organiskt material har här skett under syrefattiga förhållanden, och så länge jorden är vattenmättad förekommer järnet i reducerad form i olika svavelföreningar, främst järnsulfid, FeS , och pyrit, FeS_2 .

Sulfidlerorna finns framför allt i norra Sverige, medan gyttjejordarna till största delen återfinns i Mellansverige.

Vid en dränering ökas markens genomluftning kraftigt och luftens syre tränger ned i marken. Detta medför att det bundna svavlet oxideras till svavelsyra. pH-värdet sjunker därför radikalt, samtidigt som järnet löses ut i markvattnet. Vid de låga pH-värden som blir följderna av en avvattning, kan stora mängder reducerat järn hållas i lösning och transporteras med markvattnet mot dräneringsledningarna och vidare mot avloppet, såvida inte oxidation och utfällning skett dessförinnan.

Den utfällda rosten har dock inte alltid enbart negativa effekter. På svagt gyttjehaltiga mojordar, typ Röbbäcksdalen, medverkar rosten till uppkomsten av permanenta spricksystem, som i hög grad underlättar dräneringen.

Även på mo- och mjälajordarna kan stora rostproblem förekomma. I dessa fall beror det dock oftast inte på jordarten i sig, utan problemen uppkommer p.g.a. inströmmande järnhaltigt grundvatten. Problemen uppträder särskilt när det aktuella fältet är beläget i anslutning till vattenförande åsar eller då mojord överlagras av ett torvskikt. Torvskiktet medverkar till rostbildningen dels genom de organiska syror som frigörs när humusen bryts ner och dels genom att det organiska materialet bidrar med energi till den mikrobiella aktiviteten.

På rena sandjordar, lerjordar och på djupa torvjordar är rostproblemen närmast obefintliga. På sandjordarna är genomsläpligheten vanligen så stor att någon dikning inte behöver företas. Lerjordarna har förmåga att täta mot tryckvattnet, och därför kan endast det järn som finns i det sjunkande markvattnet fällas ut. Härtill kommer att lerorna oftast inte är speciellt rika på järn.

BEDÖMNING AV RISKEN FÖR ROSTUTFÄLLNINGAR

De faktorer som framförallt är avgörande för rostutfällningsrisken är, som tidigare nämnts, topografi, jordart och hydrologi inom det aktuella området. Vid en projektering bör man försöka uppmärksamma om risk för rostutfällningar föreligger, så att förebyggande åtgärder kan föreslås.

I fält bör man inledningsvis göra en bedömning av grundvattenförhållandena med ledning av topografien. Är fältet högt eller lågt beläget, d.v.s. ligger det i ett inströmnings- eller utströmningsområde? Det normala är att nederbörden infiltreras i marken i högre liggande områden, för att sedan som grundvatten strömma ut ur marken i vissa låglänta områden. Om ett rostdrabbat fält ligger lågt i terrängen är det därför troligt att järnet förs dit med grundvatten. I de fall då dalbotten täcks av lera, kan dock utströmningsområdet ligga ganska högt upp på den anslutande sluttningen, nämligen där lerlagret upphör eller är tillräckligt tunt för att vattnet ska kunna bryta igenom. Här bildas då källsåg eller i vissa fall källor. Källor och källsåg i fältet visar alltså att vatten förs dit från omkringliggande områden, varför man bör vara särskilt observant på tecken som tyder på att vattnet är järnhaltigt.

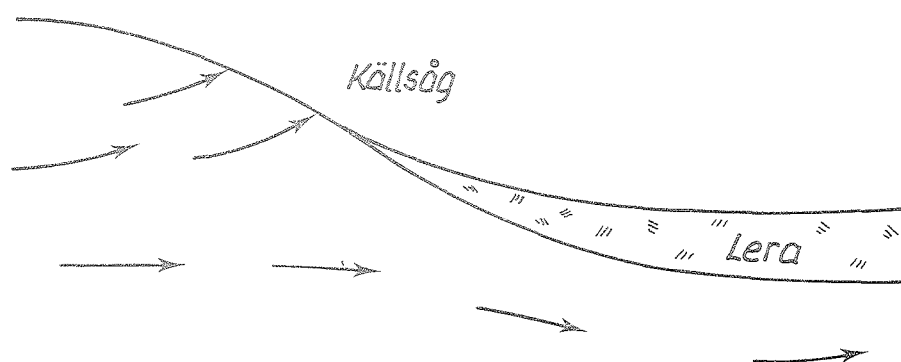


Fig. 1. Utströmningsområdet kan befinna sig högt upp på dalsidan om dalbotten är täckt av ett lerlager.
Springs can occur higher up the slope if the valley floor is covered by a clay layer.

Om fältet redan är dikat med öppna diken, bör man söka efter spår av järnutfällningar i dessa. Man bör också observera såväl vattenytans som själva vattnets utseende på det uttrinnande vattnet, samt om det finns rostutfällningar i jorden. Fälakttagelserna kan systematiseras i relation till rostutfällningsrisken enligt schemat i tabell 1.

Fälakttagelserna kompletteras med mätning av grundvattnets pH-värde och innehåll av två- och trevärt järn. Halten tvåvärt järn bör mätas på kolorimetrisk väg redan i fält. Detta för att, så långt det är

Tabell 1. Rostutfällningsrisken, bedömd efter fältiakttagelser (Efter Kuntze & Eggelsmann, 1974).

Rostutfällningsrisk	Vattenytans utseende	Vattnets utseende	Dikesbottnens utseende	Jordens utseende
Mycket liten	Fri från beläggningar	Klart och rent	Fri från järnavlagringar	Diffus järnfärgning. Ingen utlaknings/anrikningshorisont
Liten	Sporadiska fläckar av "oljiga" hinnor	Enstaka rostflockar	Mycket tunt rostskikt	Rostflamlig
Medelstor	Större fläckar av "oljiga" hinnor	Många rostflockar	Färgad rödbrun	Rostfläckig
Stor	Sammanhängande hinna	Svagt rödbrun färg	Utpräglade rostavlagringar	Järnkonkretioner
Mycket stor	Sammanhängande hinna	Brunfärgat grumligt	Tjocka rostavlagringar	Ortsten, utpräglade utlaknings/anrikningsskikt

praktiskt möjligt, förhindra att luftens syre kommer i kontakt med provet och oxiderar järnet i detta innan bestämningen hinner utföras. Mätning av pH-värdet kan också ske i fält med hjälp av indikatorpapper. Önskar man ett mer tillförlitligt värde bör dock pH-bestämningen ske på laboratorium. Både järnhalt och pH-värde måste mätas, eftersom rostutfällningsrisken för vatten med samma järn- och syreinhåll varierar med pH-värdet. Ju surare vatten desto större järnutfällningsrisk.

I tabell 2 anges risken för rostutfällningar vid olika pH-värden och järnkonzentrationer. Tabellen gäller för fält med en kontinuerlig tillförsel av järnhaltigt vatten från omkringliggande marker.

Tabell 2. Rostutfällningsriskens beroende av grundvattnets innehåll av tvåvärt järn och av dess pH-värde (efter Kuntze & Eggelsmann, 1974).

Rostutfällningsrisk	Koncentration av tvåvärt järn ppm (mg/l) vid pH < 7	Koncentration av tvåvärt järn ppm (mg/l) vid pH > 7
Mycket liten	0,5	<1,0
Liten	0,5-1,0	1,0-3,0
Medelstor	1,0-3,0	3,0-6,0
Stor	3,0-6,0	6,0-9,0
Mycket stor	>6,0	>9,0

ÅTGÄRDER NÄR RISK FÖR ROSTUTFÄLLNING FÖRELIGGER

För närvarande finns inte någon helt säker och generellt tillämpbar metod att förhindra rostutfällning i dräneringsledningar. Vad man kan göra är att försöka förebygga och fördröja igensättningen så mycket som möjligt. Man har då framförallt två alternativ, dels undervattensdränering och dels återkommande rensning av ledningssystemen.

När det gäller dikning av tidigare odikade arealer där rostförekomsten har rent lokala orsaker, som t.ex. på gyttjehaltiga jordar, kan problemet eventuellt undvikas genom att en öppen dikning med korta dikesavstånd genomförs några år före täckdikningen. Markprofilen utsätts därigenom för en kraftig genomluftning, vilket medför att stora delar av järnet oxideras och fastläggs, samtidigt som det frigjorda, reducerade järnet tvättas ur profilen. Risken för rostutfällningar i de senare nedlagda rörledningarna minskas på så vis kraftigt. Den öppna dikningen bör ske till det djup som täckdikningen planeras ligga på.

Om det finns en gammal öppen dikning som ligger relativt grunt, kan man dock överväga att täckdika direkt. Täckdikningen bör då ske med mindre dikesdjup och med mindre dikesavstånd än normalt.

UNDERVATTENSDRÄNERING

Den metod som hittills visat sig vara den mest effektiva, när det gäller att förhindra uppkomst av rostutfällningar i dräneringsledningarna, är s.k. undervattensdränering.

Metoden bygger på att man söker hålla dräneringssystemet vattenfyllt under så stor del av året som möjligt. På så sätt undviker man att luft kommer i kontakt med det järnhaltiga vattnet och förhindrar därmed att järnet oxideras och fälls ut i ledningarna. Järnet hålls i stället kvar i lösning och följer med vattnet ut ur systemet.

Undervattensdräneringen genomförs på så sätt att man med olika anordningar dämmer i avloppsbrunnar eller utlopp och därigenom håller vattennivån över dräneringsledningarnas nivå.



Fig. 2. Undervattensdränering - principskiss.

Diagrammatic view of a submerged drainage system.

Metoden lämpar sig bäst för relativt plana fält, där grundvattenytan kan hållas uppe med hjälp av ett fåtal dämningar. Regleringsnivån bör dock inte på någon del av fältet ligga högre än ca 60 cm under markytan. En större uppdämning nedsätter dräneringsfunktionen och kan reducera bärigheten.

För att klara en dämning av ett så stort område som möjligt, kan man lägga ledningarna med mindre fall än normalt och gärna också på större djup. Ledningarna bör dock ha en viss lutning, eftersom de behöver rensas och tömmas då och då. Ledningarna ska helst inte vara längre än 80-100 m, detta för att underlätta rensningen. Dikningen bör dessutom utföras med mindre dikesavstånd än vanligt, eftersom grundvattenytan kommer att ligga relativt högt.

Undervattensdräneringen är som tidigare nämnts enklast att utföra på plana fält. Metoden kan dock även tillämpas på fält med större nivåskillnader. Undervattensdräneringen får då utföras på ett något annorlunda sätt än på plana fält. Ett förslag till lösning visas i figur 4. Varje enskilt dike läggs i detta exempel med litet fall och ansluts med en dämningbrunn till det öppna avloppet som löper i fallriktningen.

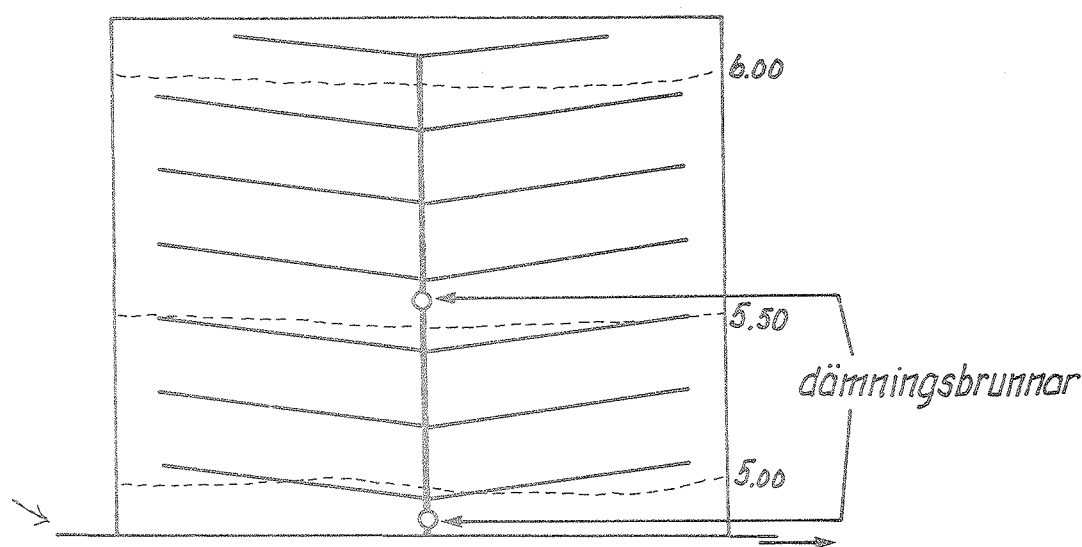


Fig. 3. Exempel på dräneringsplan för undervattensdränering.
Layout of a submerged drainage system.

På starkt sluttande fält är det dock ofta svårt att reglera vattennivåerna på ett tillfredsställande sätt. Med hänsyn till rostutfällningsrisken är det emellertid bättre att ledningarna står under vatten periodvis än att de inte alls gör det. Det är framförallt bra om man kan reglera vattennivåerna så att vattnet inte får smårinna in i ledningen under lång tid, eftersom risken för rostutfällning är störst under dessa förhållanden.

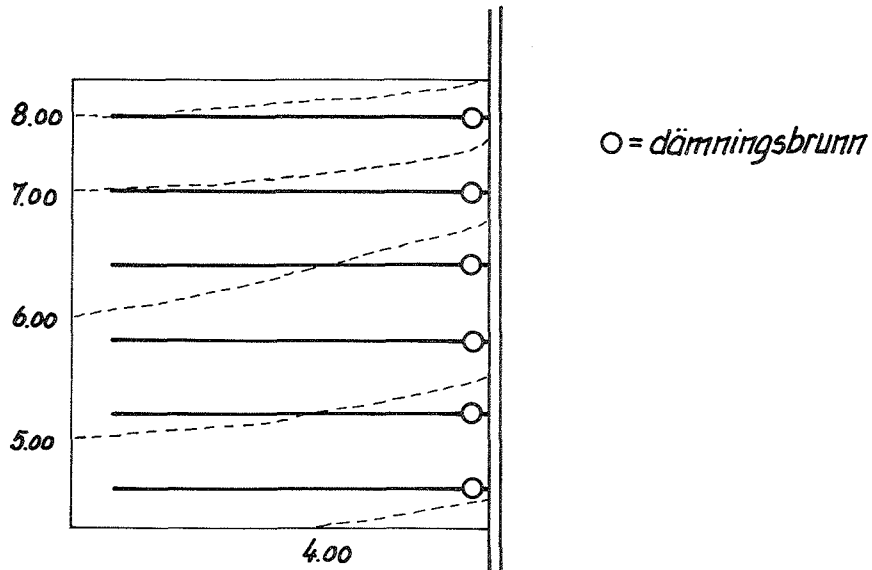


Fig. 4. Exempel på dräneringsplan för fält med stora nivåskillnader.
Layout of a submerged drainage system for a sharply sloping area.

I praktiken kan vattennivån regleras på flera olika sätt. Enklarest är att sätta på ett stigrör på utgående rör i brunnen eller i täckdikesögat. Se figurerna 5 och 6. På detta sätt erhålls ett vattenlås som reglerar vattennivån till stigrörets intagsöppning.

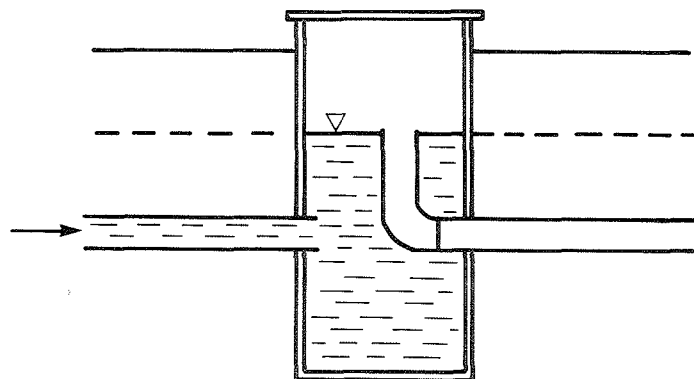


Fig. 5. Vattennivån regleras med ett stigrör i brunnen.
Regulation of the watertable by a stand pipe in the well.

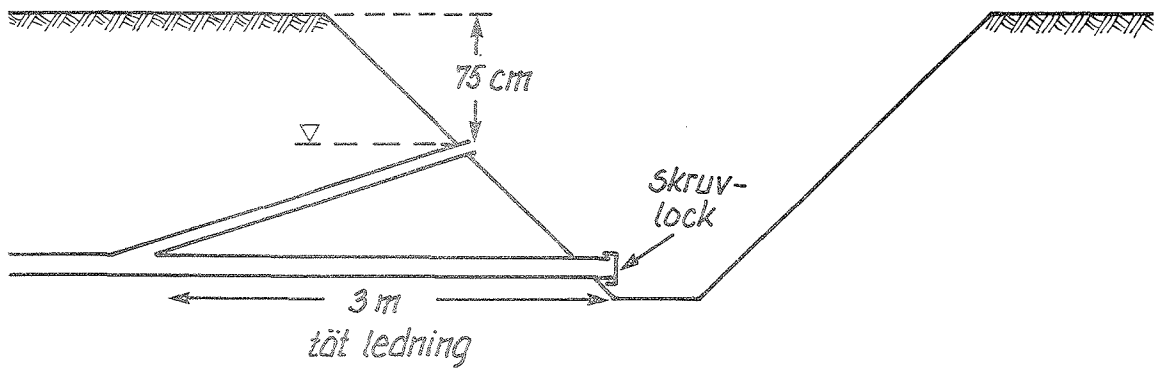


Fig. 6. Dämning utan brunn.
 Damming without a well.

Brunnarna kan också utformas på sätt som framgår av figurerna 7 och 8.

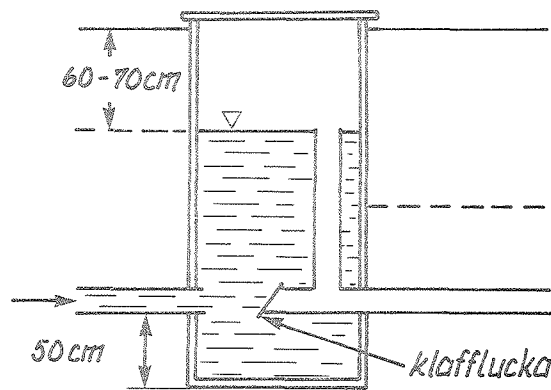


Fig. 7. Dämningsbrunn med nivåör och klafflucka för att underlätta tömningen av ledningssystemet.
 Dam with watertable pipes and a valve opening to allow emptying of the drainage system.

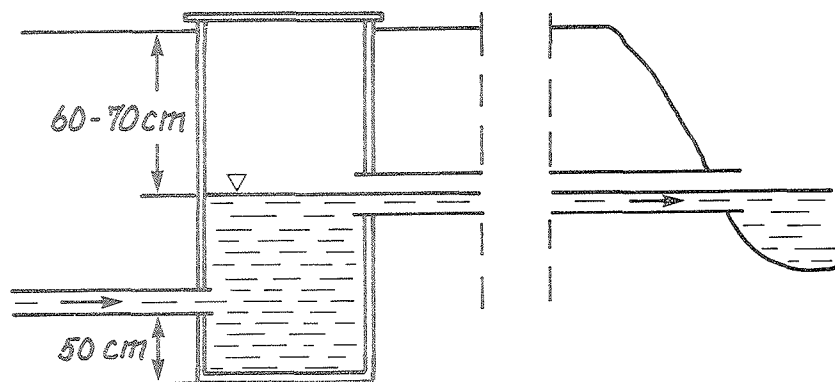


Fig. 8. Dämningsbrunn intill avlopp med otillräckligt djup.
 Dam construction for an outlet with insufficient depth.

När det gäller brunnarna är det viktigt att dessa är täta. Dessutom bör den sista biten (ca 6 m) av den inkommande ledningen vara tät, för att förhindra läckage förbi vattenlåset.

En gång per år bör brunnar och ledningar tömmas och rensas. Detta sker lämpligen genom att vattnet får strömma fritt genom dräneringssystemet under ett par dagar när vattenflödet är som störst. Detta inträffar vanligen strax före vårbruket. På detta sätt får man bort de avlagringar som trots allt kan bildas i ledningarna. Det praktiska arbetet underlättas väsentligt om brunnarna utformas med T-rör och klafflucka såsom visas i figur 7.

Om systemet utformats såsom figur 8 visar, måste man täppa till avloppsröret och tömma brunnen med hjälp av traktorpump.

Undervattensdränering innebär alltså att ledningssystemet hålls vattenfyllt så stor del av året som möjligt. Man får dock räkna med att grundvattenytan under sommaren i de flesta fall sjunker ned under dräneringsledningarnas nivå. Detta innebär att luft strömmar in i ledningarna och att järnet kan oxideras och fällas ut. Den hastighet varmed grundvattenyta sjunker är dock vanligen så stor att den kritiska period då luft och järnhaltigt vatten samtidigt finns närvarande i ledningarna blir kort. Mängden rostutfällningar blir därför liten.

Man kan alltså inte undvika rostutfällningar helt - inte ens med en väl utförd undervattensdränering. Ledningarna kommer dock att sättas igen betydligt långsammare och genom att komplettera undervattensdräneringen med spolrensning av ledningarna med vissa intervall kan man förlänga systemets livslängd ytterligare.

SPOLENSNING AV DRÄNERINGSLEDNINGAR

I de fall där ett befintligt täckdikningssystem satts igen av rostutfällningar, finns det ofta möjlighet att komma tillrätta med problemet genom rensning. Den rensmetod som visat sig effektivast, är spolrensningen, men även andra rensningsmetoder förekommer t.ex. rensning med syra eller med slamsugningsaggregat. I de fall där rosten

bildar en geléartad fällning i ledningarna, går det oftast lätt att få bort massan om rensningen sker på ett tidigt stadium.

Är rosten däremot av den hårda typ som sätter sig i rörfogar och slitsar, är det nära nog omöjligt att rensa bort den med spolning.

Rostutfällningen börjar oftast som en ljus geléartad fällning som är mycket lätt att spola bort. Med tiden blir dock massan fastare och fyller en allt större del av rörsystemet. Härigenom blir det allt svårare att spola bort rostutfällningen. Särskilt svårspolat blir det om marken torkar ut ända ner till dräneringssystemets nivå. Då hårdnar nämligen fällningsmassan såväl inne i som runt rören. Speciellt allvarligt är förhårdnandet kring rören, vilket kan leda till att filtermaterialet runt ledningarna cementerar ihop. Har detta inträffat, så är det praktiskt taget omöjligt att få dräneringssystemet funktionsdugligt igen.

Spolningen utförs med hjälp av munstycke, slang, pump och vattentank. Den munstycksförsedda slangen drivs automatiskt in i dräneringsledningen med hjälp av munstyckets fyra bakåtriktade vattenstrålar. Den framåtriktade strålen spolat loss rostutfällningarna, som transporteras vidare bakåt med vattnet. Se figur 9. Munstycket bör vara av stål eller plexiglas och utformat som i figur 10. Spolslangen bör vara ca 50 m lång och ha en diameter av 3/4". Lämpligt material är armerad plast eller gummi som tål det erforderliga trycket. I praktiken har det visat sig att en billigare 3/4" polyetenslang är mest ändamålsenlig. Den väger mindre och genom sin relativa styvhet är den lättare att föra in i ledningarna.

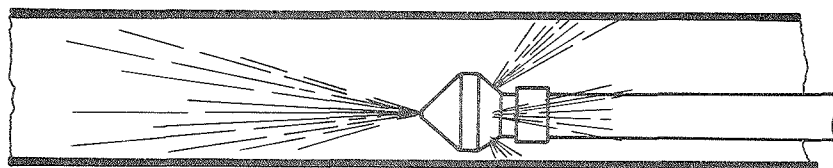


Fig. 9. Spolmunstyckets verkningsätt.

Mode of action of flushing nozzle.

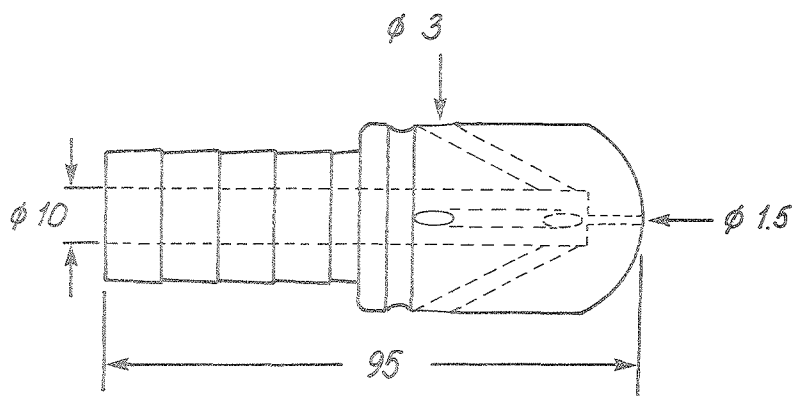


Fig. 10. Ritning över spolmunstycke. Mått i mm (Berglund & Erlandsson, 1971).

Diagram of flushing nozzle. (Measurements in mm).

Pumpens arbetstryck bör vara minst 2000 kPa (20 kp/cm²) och den bör kunna ge en vattenmängd av 70 l per minut. Pumpen ska också vara relativt okänslig för föroreningar och kunna monteras på traktorns kraftuttag. Ofta går det att använda ogrässpütans pump.

Vid spolrensning är det viktigt att vattentillförseln kan ordnas på ett rationellt sätt, eftersom man måste räkna med en stor vattenåtgång, ca 3-4 m³ i timmen. Kapaciteten blir annars otillräcklig. Det är ofta möjligt att använda ogrässpütans tank som vattentank.

I vissa områden av landet finns entreprenörer med tillgång till specialbyggda rensningsaggregat. Dessa aggregat arbetar ofta med tryck mellan 5000-10000 kPa (50-100 kp/cm²), vilket gör det möjligt att rensa längre sträckor från varje införningspunkt (spolgrop).

Rensningen inleds med att stamledningen grovspolas. Därefter grävs med erforderligt avstånd spolgropar längs grenledningarna, varefter dessa rensas. Slutligen finrenas stammen.

Avståndet mellan spolgroparna bestäms av mängden rostutfällning och rensningsslangens längd. Vanligen rensar man endast mot fallet. En sträcka motsvarande slangens längd kan då nå från varje spolgrop. Om mängden rostutfällningar är liten kan man försöka med att rensa både med och mot fallet. Den dubbla sträckan kan då nå från varje spolgrop. I figur 11 visas ett exempel på hur spolgroparna placeras i detta fall.

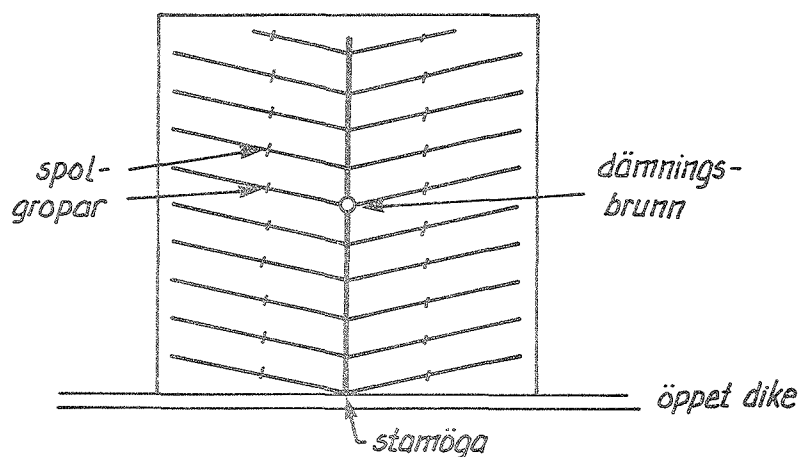


Fig. 11. Exempel på fördelning av spolgropar i de fall då ledningen även kan rensas med fallet.

Layout of access sites where the pipes can be flushed either with or against the fall.

När det gäller spolrensning finns det mycket att vinna på att dräneringssystemet redan vid projekteringen planeras och förbereds för rensning.

Systemet bör utformas så enkelt som möjligt. Arbetet underlättas betydligt om systemen är försedda med spolbrunnar eller med speciellt uppdragna rörändar till strax under plöjningsdjup. Man bör också undersöka om det är möjligt att låta grenledningarna mynna direkt ut i öppna diken, vilket underlättar uppsikt och rensning.

REFERENSER

- Berglund, G. & Erlandsson, E. 1971. Spolrensning av dräneringsledningar. Grundförbättring 24:3/4, s. 139-145.
- Ford, H.W. 1982. Estimating the potential for ochre clogging before installing drains. American Society of Agricultural Engineers. Soil and Water Division. Paper No. 81-2542.
- Huhtasaari, C. 1980. Om rostutfällningar i dräneringsledningar. En undersökning i Norrbottens län. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. Rapport 125.
- Ingvarsson, A. 1978. Undervattensdränering och spolrensning hjälper mot rost i rören. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Försöksavdelningen för hydroteknik. Stencil.
- Kuntze, H. & Eggelsmann, R. 1974. Erkennen und Bestimmen der Verockerungsgefahr für Dräne im Felde. Wasser und Boden 26:10, s. 294-296.
- Saavalainen, J. 1983. Direktör för Dräneringscentralen i Helsingfors. Muntliga uppgifter.

DRÄNERING AV TRYCKVATTEN

DRAINAGE OF AREAS AFFECTED BY ARTESIAN WATER

ANITA INGEVALL

SAMMANFATTNING

För många svenska lantbrukare orsakar surhål och källor, som ofta förekommer i fälten, stora problem. De olika försök som gjorts för att komma tillrätta med problemen, t ex sättning av grusfilter eller nedläggning av extra dräneringsledningar, har oftast varit resultatlösa. Det beror på att vattnet strömmar upp mot markytan från djupt liggande vattenförande lager. Förhållandena påverkas därför inte av de vidtagna åtgärderna.

I Danmark har man utvecklat en väl fungerande metod för dränering av dessa tryckvattenpåverkade arealer, den s.k. vertikaldräneringen. Metoden grundar sig på att det råder ett övertryck i det vattenförande lager, som ligger under den vattensjuka arealen. Metoden innebär att vertikala dräneringsrör förs ner till det vattenförande lagret. På grund av övertrycket strömmar vattnet upp genom rören och avleds genom de uppsamlingsledningar som anslutits. På detta vis erhålls en lokal trycksänkning i området, vilket medför att transporten av vatten från det vattenförande lagret till markytan begränsas till att ske i de vertikala rören. Marken torrläggas.

I föreliggande rapport behandlas vertikaldräneringen som metod för dränering av tryckvattenpåverkade arealer. Inledningsvis beskrivs de förundersökningar som krävs. Därefter lämnas en redogörelse för hur vertikaldräneringen utförs i praktiken och för vilken utrustning som krävs.

SUMMARY

Drainage of the waterlogged patches which can occur over artesian water areas has long been a problem for many Swedish farmers.

Attempts to solve this problem, for example by insertion of gravel filters or additional pipe drains, have often been unsuccessful. This is because water continually rises from deep water-bearing layers, which are not influenced by drainage installations. An effective method of draining areas with artesian water, namely vertical drainage, has been developed in Denmark. This method is based on the fact that the water-bearing layer, which underlies the waterlogged area, is under pressure. Drainage pipes are inserted vertically down to the waterbearing layer. As a result of the pressure there, water flows up through the pipe and into connecting outlet pipes. The hydraulic head is thus reduced and water transport from the underlying layers is restricted to the vertical pipe. The surrounding soil can gradually dry out.

This report deals with vertical drainage as a method for drainage of areas affected by artesian water. The preliminary investigations required for this technique are discussed initially. The method of vertical drainage and the materials needed are then described.

INLEDNING

För många svenska lantbrukare orsakar de blöta fläckar, surhål eller källor som ofta förekommer i fälten problem. Genom olika åtgärder har man försökt komma tillrätta med dessa, men varken grusfilter eller extra dräneringsledningar genom fläckarna har hjälpt. Att åtgärderna varit förgäves beror på att vattnet kommer från djupare liggande lager och att förhållandena därför inte påverkas av de vidtagna åtgärderna. Vattnet har fortsatt att tryckas upp mot markytan.

I Danmark har man emellertid utvecklat en metod som visat sig fungera bra för dränering av tryckvattenpåverkade arealer. Metoden kallas vertikal-dränering. Den har tagits fram vid Det Danske Hedeselskab och har behandlats i en rad arbeten, bland vilka särskilt kan nämnas Sandahl Skov & Olsen (1961); se f.ö. litteraturförteckningen. Föreliggande rapport utgör till väsentliga delar en sammanfattning av den danska rönen. Metoden innebär att man utnyttjar tryckvattnets egna egenskaper. Det är därför motiverat att inledningsvis något beröra vad tryckvatten är och hur det uppkommer.

TRYCKVATTEN

Förutsättningen för att problem med tryckvatten ska kunna uppkomma i ett område är att området underlagras av en sluten akvifär. Med akvifär avses här ett vattenförande lager som både uppåt och neråt begränsas av ett svårgenomsläppligt lager. Övertrycket i det vattenförande lagret uppkommer om grundvattnet fylls på i ett område som är högre beläget än vad själva akvifären är i det aktuella området. Se figur 1.

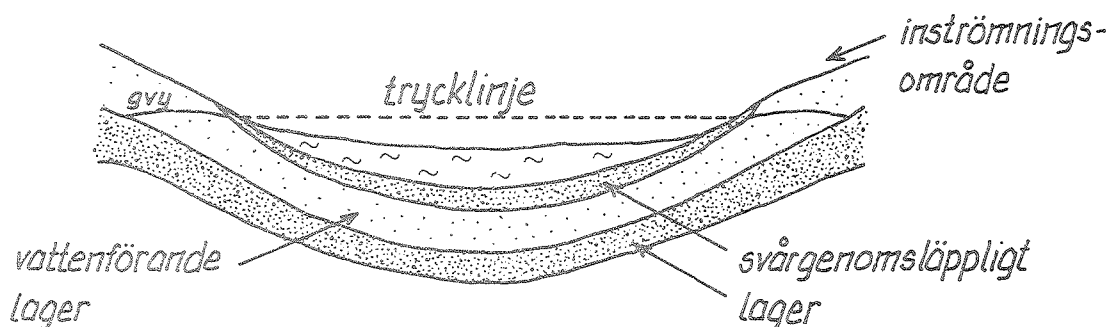


Fig. 1. Schematisk bild av en sluten akvifär. Den streckade linjen representerar den vattennivå som svarar mot trycket i akvifären.
Schematic view of a confined aquifer. The dotted line represents the piezometric surface.

Det vattenförande lagret består oftast av en grövre jordart än de omgivande lagren. Dräneringsproblemen uppstår om det finns fläckar där jordlagret ovanför akvifären är mer genomsläppligt, t. ex. på grund av jordartsskiftning eller sprickbildning. Vattnet kommer då på dessa fläckar att strömma upp mot markytan från det vattenförande lagret. Detta är en följd av det rådande övertrycket i det vattenförande lagret och av det nedsatta motståndet på de aktuella platserna. Vattnets strömningsriktning är alltså en annan i de fall då man har att göra med tryckvatten än i de fall då det rör sig om en vanlig fri grundvattenyta. I detta ligger förklaringen till att en konventionell dränering är i stort sett verkningslös på arealer som påverkas av tryckvatten. De båda förhållandena illustreras i figur 2.

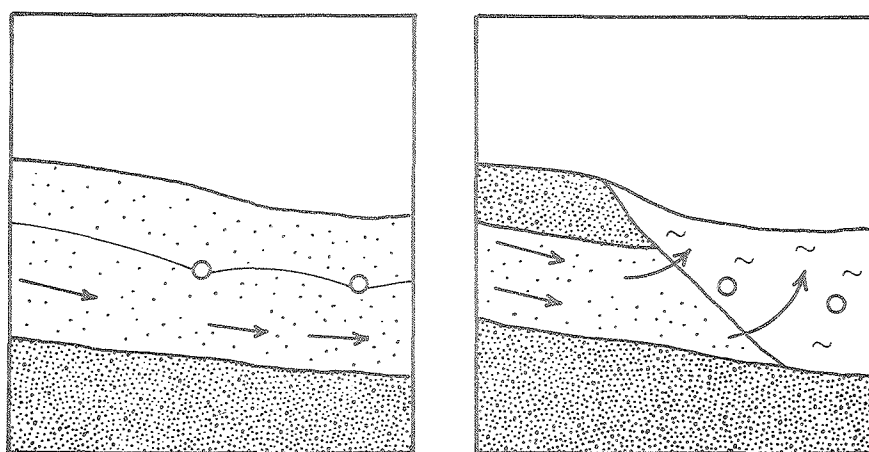


Fig. 2. Schematiska profiler av en dränering vid a) normala förhållanden, b) förekomst av tryckvatten. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.
Schematic section of conventional drainage (a) under normal conditions (b) in artesian water areas.

Om tryckvatten förekommer och strömningsriktningen till följd därav är uppåtriktad, så kommer vattnet att fortsätta att tränga upp mellan ledningarna i en konventionell dränering. En sådan dränering har därför ingen större effekt. För att undvika att en ineffektiv dränering blir utförd, är det därför betydelsefullt att man genomför en omfattande och detaljerad förundersökning, om man misstänker att det kan vara fråga om en tryckvattenareal.

Metoden som används vid dränering av tryckvattenpåverkade områden, innebär att dräneringsrör sätts ner vertikalt i det vattenförande lager där vattnet står under övertryck. Genom att det ovanför liggande svår genomsläppliga lagret på detta vis punkteras, kommer vattnet att strömma upp genom de vertikala dräneringsrören, eftersom denna väg erbjuder det minsta motståndet för vattnet. De vertikala dräneringsledningarna kopplas sedan samman med öppna diken eller uppsamlingsledningar, genom vilka vattnet leds bort.

På detta vis erhålls en lokal trycksänkning i det vattenförande lagret, varigenom förutsättningar för markens torrläggning skapas.

FÖRUNDERSÖKNING

En tryckvattendränering kräver en mer omfattande förundersökning än en vanlig dränering. Det räcker inte med att avväga området och bestämma jordarten, utan det vattenförande lagret måste också lokaliseras och undersökas.

En förundersökning bör omfatta följande punkter:

1. Kartering och avvägning av den aktuella arealen samt studier av områdets belägenhet i terrängen.
2. Undersökning av jordartsförhållandena. Det är här nödvändigt att göra en relativt djup jordartsundersökning, kanske ned till 5 à 10 m, så att det vattenförande lagret kan lokaliseras samt dess tjocklek och utbredning bestämmas.
3. Mätning av trycket i det vattenförande jordlagret.

(Stisen & Mortensen, 1981.)

Förundersökningen inleds med en besiktning av den aktuella arealen och av det omgivande området. Det är därefter lämpligt att staka ut och avväga den areal som ska undersökas närmare.

Innan man påbörjar de egentliga undersökningarna bör man märka ut de linjer efter vilka provtagning och tryckmätning ska ske. Det är lämpligt att dessa profillinjer orienteras vinkelrätt mot höjdkurvorna och att de läggs så att man får en så god täckning av arealen som möjligt. Provtagningen bör inledas något ovanför det vattensjuka området och avslutas något nedanför. Ett exempel visas i fig 3.

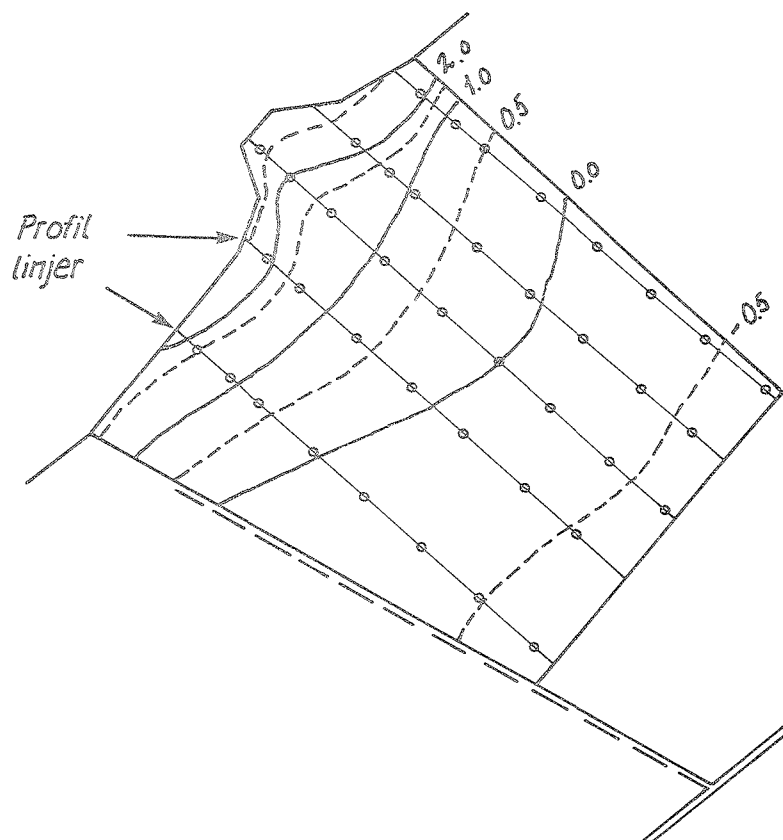


Fig. 3. Skiss över en tryckvattenpåverkad areal med profillinjer och provtagningsplatser inritade. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.
Diagram of an artesian water area showing profile lines and sampling sites.

Jordartsundersökningen utförs med hjälp av en borrh, med vilken borrhärnor tas ut för de olika profilerna. Avsikten är att klarlägga hur de olika jordlagren är fördelade inom området och på vilket djup de ligger i förhållande till markytan. Genom att bestämma textur och i viss mån struktur i de olika lagren får man också en god uppfattning om vilket eller vilka lager som kan tänkas vara vattenförande, eftersom textur och struktur är avgörande för genomsläpplighetens storlek. Det kan vara svårt att avgöra hur tätt det är nödvändigt att borra. Det är emellertid ofta så att jordens lagring är ganska heterogen just på de lokaler där man har besvär av tryckvatten. En tät provtagning är därför oftast önskvärd, men samtidigt vill man naturligtvis försöka hålla kostnaderna så låga som möjligt.

TRYCKMÄTNINGAR

För att man ska få en klarare uppfattning om olika grundvattenförekomsters inbördes tryckrelationer, är det fördelaktigt att använda det vedertagna begreppet potential. Med potential avses det totala tryck, mätt över en viss referensnivå, vilket råder i en godtyckligt vald punkt i ett vattenförande lager. Potentialen brukar uttryckas i meter vattenpelare.

Om vi har att göra med en areal där olika jordarter ligger horisontellt lagrade och innesluter ett grövre vattenförande lager på några meters djup, så är det oftast så att det ovanför denna slutna akvifär förekommer vanligt fritt grundvatten. Potentialmätningarna måste därför ske under detta fria grundvatten, d.v.s. nere i det vattenförande lagret. Om potentialen i detta lager överstiger det fria grundvattnets potential, så är det uppenbart att det rör sig om en tryckvattenförekomst. Fenomenet illustreras i figur 4.

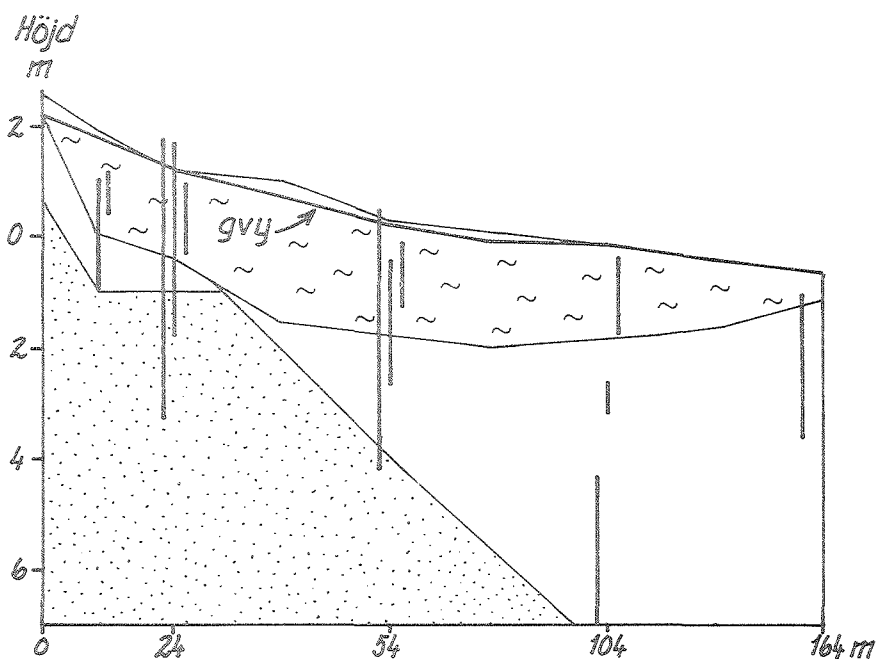


Fig. 4. Jordartsprofil med potentialmätningar som visar att det är övertryck på vattnet i sandlagret. Stigningen i piezometerrören i torv och gyttjelagren var ännu inte avslutad vid mättillfället. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.

Soil profile with piezometric measurements showing potential head in the sand layer. In peat and mud, water rise in piezometer pipes had not stabilized at time of measuring.

Vattentrycket i det vattenförande lagret kan emellertid i vissa fall ligga någonstans mellan trycket i det fria grundvattnet och det tryck som svarar mot en tänkt grundvattenyta på normalt dräneringsdjup. Det kan då vara svårare att avgöra om man måste räkna med att vattenströmmen tidvis är uppåtriktad. Står den fria grundvattenytan vid bestämningstillfället högt, vilket kan vara en följd av årstidsvariationer, så kan tryckskillnader visserligen indikera en nedåtgående vattenström, men det är därför inte säkert att vattenrörelsen fortfarande skulle ha varit nedåtriktad om den fria grundvattenytan stått lägre.

Problem av detta slag kan oftast undvikas genom att man utför tillräckligt många mätningar av vattentrycket, gärna fördelade över en längre tidsperiod.

För att mäta trycket i det vattenförande lagret använder man sig av s.k. piezometerrör. Dessa utgörs av smala vattenståndsrör av stål, vilka är tillslutna i den nedre änden men har perforeringar längs de nedersta fem centimetrarna där vattnet kan strömma in. Piezometerrören placeras på olika nivåer i marken med ledning av jordartsundersökningen. Ett piezometerrör ska alltså föras ner till den punkt i vilken man önskar bestämma grundvattentrycket.

För att man ska kunna få en god uppfattning om vattnets strömningsriktning och tryck, bör man vid varje provplats placera ett antal piezometerrör med någon meters mellanrum tvärs profillinjerna. De olika piezometerrören placeras på olika nivåer så att det vattenförande lagrets hela djup täcks in. Vattenstånden i rören avläses sedan efter förslagsvis efter ett dygn, samtidigt som man bestämmer grundvattenytan i de grävda provgroparna. Förundersökningen avslutas med att hela arealen mäts upp och avvägs. Även grundvattenytorna vägs in.

De mätvärden och övriga data som erhållits vid fältundersökningen ska därefter sammanställas. Detta sker lämpligen genom att vertikalsnitt av marken längs profillinjerna ritas upp. Lagerföljden som erhållits vid provborringarna ritas in vid borrhatsernas lägen på profilerna. Mätresultaten från de tryckmätningar som ägt rum markeras som vattenpelare i profilerna på de platser och de nivåer där mätningarna skett. Exempel ges i figurerna 4 och 5.

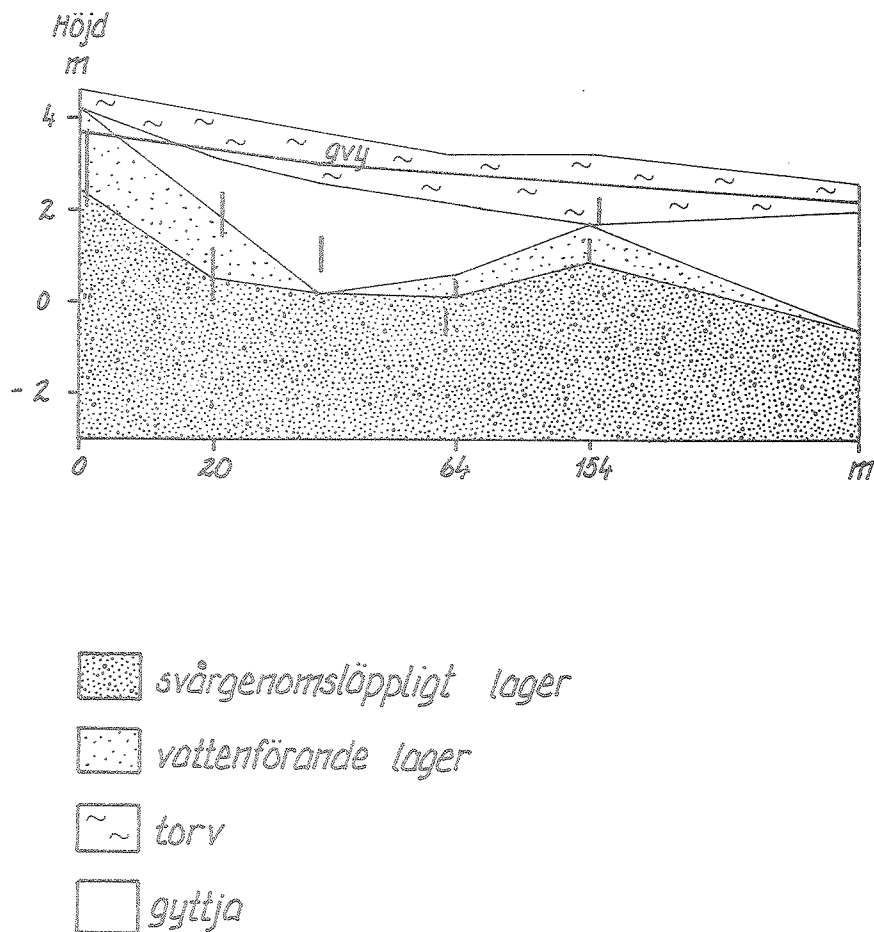


Fig. 5. Jordartsprofil med vattentrycksmätningar som visar att det inte är något övertryck på grundvattnet i det vattenförande lagret. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.
Soil profile with piezometric measurements showing that no potential head exists in the waterbearing layer.

En sådan markprofil tecknas för varje profillinje. På detta sätt åskådliggörs vattenförhållandena. I figur 4 visas ett fall, där det framgår att arealen är tryckvattenpåverkad. Vattenpelarna från tryckmätningarna når här upp över den fria grundvattenytan. I figur 5 ges ett exempel på ett område där det vattenförande lagret inte står under sådant tryck att den ovanföriggande marken påverkas. Här räcker det alltså med en vanlig dränering.

Om det nu har visat sig att det verkligen är tryckvatten som vi har att göra med, vad gör man då?

TRYCKVATTENDRÄNERING

Som tidigare påpekats finns det en metod, vertikaldränering, som eventuellt kan lösa problemet. Denna metod kan dock bara rekommenderas för fall där det inte finns möjlighet till en enklare lösning. Vertikaldränering används framförallt när det vattenförande lagret ligger för djupt för att man ska kunna nå ner till det med konventionella metoder, eller då man bara önskar torrlägga en mindre del av en stor tryckvattenpåverkad area. I de fall där det vattenförande lagret på något ställe ovanför den vattensjuka arealen ligger grundare än 2 à 2,5 m, bör man istället inrikta sig på att försöka lägga ett avskärande dike tvärs strömningsriktningen för att avleda den underjordiska vattenströmmen. Se figur 6.

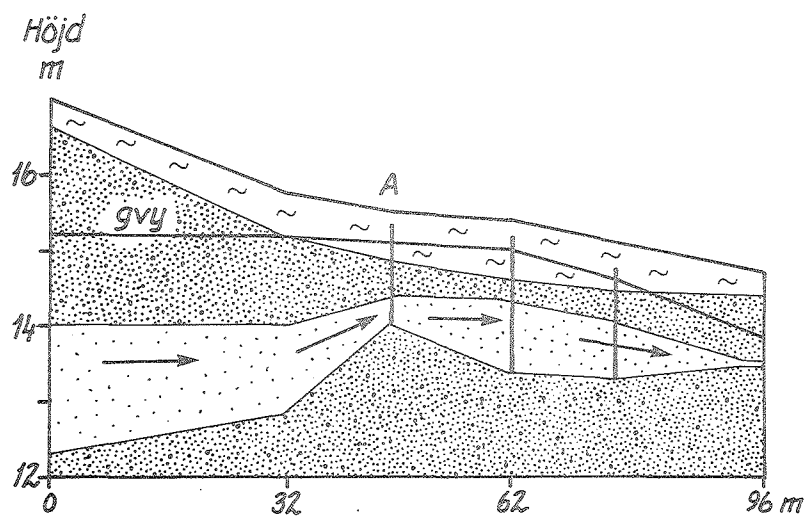


Fig. 6. I denna profil ligger det vattenförande lagret så högt att vattnet kan stoppas med ett avskärande dike vid punkt A. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.

In this profile, the waterbearing layer is so high that water can be diverted by a drain installed at point A.

Detta dike kan antingen utföras som ett öppet dike eller läggas som en täckt, grövre dräneringsledning. Anvisningar för dimensionering av ett sådant avskärande dike ges i Donnan (1959). Det viktigaste i ett sådant fall är att diket placeras på rätt nivå i det vattenförande lagret och att det inte är underdimensionerat. Om man väljer ett öppet dike, så bör detta skära ner genom hela det vattenförande lagret, till det undre ogenomsläppliga skiktet. Väljer man att lägga en täckt ledning, ska denna placeras

så djupt som möjligt i det vattenförande lagret, helst ända nere vid det undre ogenomsläppliga skiktet. Exempel ges i figurerna 7 och 8.

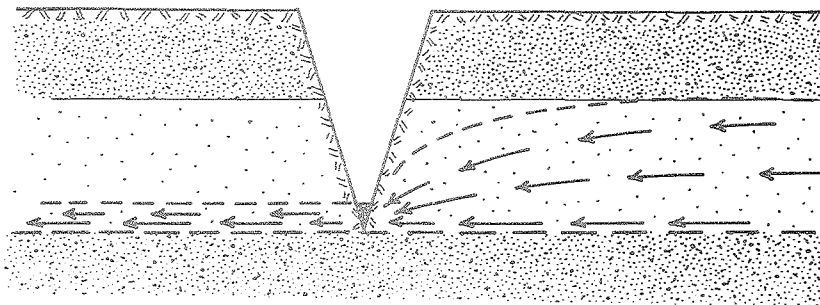


Fig. 7. Öppet dike som skär ner genom hela det vattenförande lagret.
An open drain cutting through the entire waterbearing layer.

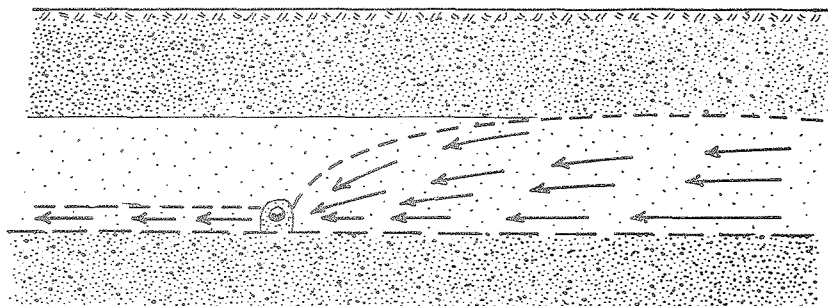


Fig. 8. Täckt ledning som skär av vattenströmmen i det vattenförande lagret.
Subsurface drain tapping flow in the waterbearing layer.

Vertikaldränering måste dock alltid tillgripas om tryckvattenmagasinet ligger djupt eller om det område som ska torrläggas endast utgör en mindre del av ett större, tryckvattenpåverkat område.

VERTIKALDRÄNERINGENS UTFÖRANDE

Avsikten med en vertikaldränering är att avleda så mycket vatten att man lokalt erhåller en tillräcklig trycksänkning i det område som ska torrläggas. Detta kan uppnås genom att vertikala rör förs ner till det

vattenförande lagret. Vattnet kommer då att strömma upp genom dessa rör på grund av det rådande övertrycket i akvifären och kan avledas genom en uppsamlingsledning som ansluts till de vertikala rören. Principen visas i figur 9.

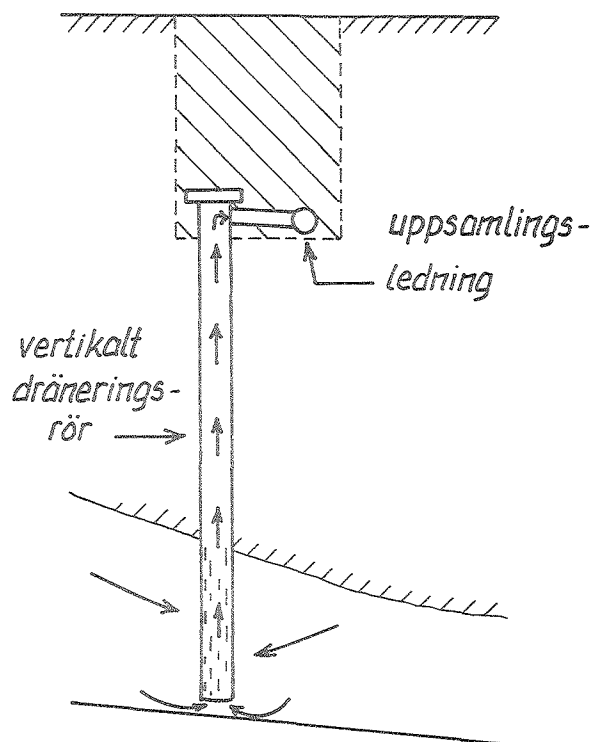


Fig. 9. Principskiss av markprofil med ett vertikalt dräneringsrör. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.
Schematic section of soil profile with vertical drain.

Det är svårt att beräkna hur många vertikala rör som krävs för att man skall erhålla en tillräcklig reduktion av potentialen. Därför är det ofta lämpligt att vertikaldräneringen utförs i etapper. Ett exempel på en projekterad tryckvattendränering ges i figur 10.

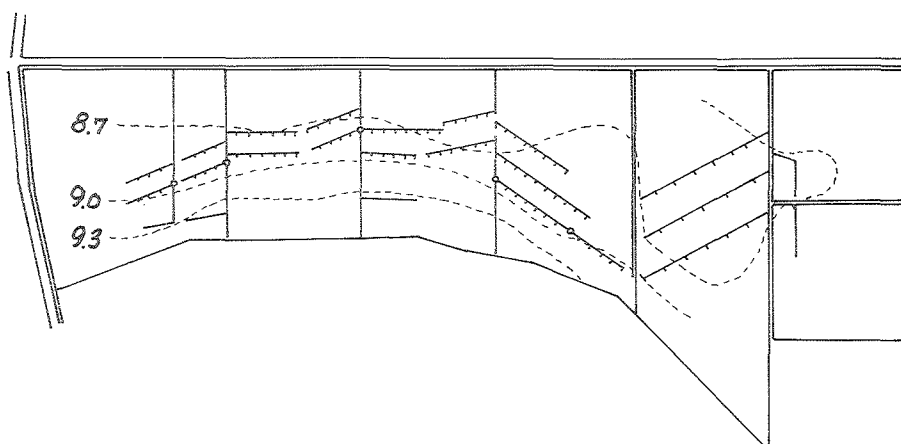


Fig. 10. Dräneringsplan för en tryckvattenareal. Efter Sandahl Skov & Olsen, 1961.
Drainage plan for an artesian water area.

Anläggningsarbetet inleds med att uppsamlingsledningarna läggs. De orienteras tvärs den strömningsriktning som råder i det vattenförande lagret och läggs helst så långt uppströms det vattensjuka området som möjligt. Uppsamlingsledningarna bör läggas på ett djup mellan 1,2 och 1,5 m. Ju djupare ledningarna placeras, desto större blir sänkningen av grundvattentrycket vid de vertikala dräneringsrören och desto större blir den vattenmängd som leds bort.

I vissa fall kan det vara lämpligt att till en början endast lägga ut den uppsamlingsledning som ska ligga längst uppströms och att samtidigt sätta ner de vertikala rör som ska kopplas till denna ledning. På detta vis kan man observera effekten av den vidtagna dräneringen och sedan efterhand utöka med fler tryckvattenrör och uppsamlingsledningar nedströms i den mån det visar sig behövas.

När uppsamlingsledningarna är lagda, börjar arbetet med de vertikala rör som ska anslutas till dessa. Till att börja med grävs gropar på de platser utefter uppsamlingsledningen, där vertikala rören skall placeras. Groparna grävs så djupa och stora att det blir möjligt att koppla ihop det vertikala röret med stammen, när det satts ned.

Den första rörlängden placeras därefter i gropen och trycks ner en bit med grävmaskinens skopa. Rören spolas sedan ner till rätt djup med hjälp av en

vattenstråle under högt tryck. Den utrustning som erfordras för detta arbete består av en pump, en slang och ett antal 1" och 1 1/2" vattenledningsrör. Pumpen bör ha en kapacitet av ca 200 liter per minut. Slangen förses med ett 1,8 m långt vattenledningsrör och kopplas till pumpen. Detta spolrör förs ner inuti det vertikala dräneringsröret och spolat loss jorden framför dräneringsröret så att detta kan sjunka nedåt. Den lösgjorda jorden förs med vattenströmmen upp genom dräneringsröret och avsätts i den omgivande gropen. För att få ner dräneringsröret är det oftast nödvändigt att belasta det något, antingen med grävmaskinens skopa eller på något annat sätt. Detsamma gäller för spolröret, som helst ska hållas en bit nedanför det nedträngande dräneringsröret. Spolröret har försetts med ett T-rör som handtag för att underlätta hantering och belastning.

Allteftersom man kommer längre ner i marken får nya längder av både dräneringsrör och spolrör skarvas på. Man arbetar vanligen med längder på 1,5 m.

När det vertikala dräneringsröret placerats på rätt djup spolat det ur och ansluts till uppsamlingsledningen.

Avståndet mellan vertikalarören brukar i allmänhet vara mellan fem och tio meter, men visar det sig att vattenföringen blir extremt stor i vissa av vertikalarören, så får man komplettera med fler rör i närheten av dessa. Till de vertikala rören används 75-100 mm:s PVC-rör med släta väggar. Den rörlängd som placeras nere i det vattenförande lagret ska vara försedd med slitsar eller perforeringar för att underlätta vattnets inströmning. Under vissa förhållanden kan det vara nödvändigt att utrusta röret med någon form av filter för att undvika att det fylls igen av fint, lättrörligt material.

I Danmark, där vertikaldräneringen utvecklats, har metoden tillämpats i över tjugo år och den används nu vid ungefär 50 dräneringsföretag årligen (Stisen & Mortensen, 1982). Metoden är alltså väl etablerad. I Sverige har metoden hittills använts i rätt begränsad omfattning, främst som komplement till en konventionell dränering, när det visat sig att denna inte varit tillfredsställande. Det har framför allt varit fråga om att dränera enstaka, besvärliga surhål och inte stora områden som i Danmark. I de flesta fall har det visat sig vara tillräckligt att placera några vertikala dräneringsrör i eller i närheten av det vattensjuka området och sedan

ansluta dessa till närmaste ledning i det befintliga dräneringssystemet. Man har alltså inte funnit anledning att vidta någon grundligare förundersökning eller att lägga ut nya stamledningar. Praktisk erfarenhet av projektering och utförande av tryckvattendränering på större arealer saknas alltså i stort sett i Sverige.

Något bör också sägas om de olikartade förutsättningar för vertikaldränering som råder i Danmark respektive Sverige. De danska jordarna utgörs till största delen av sorterade fluviala sediment i olika lagerföljder. De vanligaste jordarna är lätta sand-mojordar med varierande inslag av ler. Tyngre lerjordar saknas nästan helt.

I Sverige har vi däremot stora arealer med tunga lerjordar och också stora moränområden. Det är inte ovanligt att t.ex. lerjordar underlagras av vattenförande moränlager. Det blir då betydligt svårare att använda en metod som vertikaldränering. Användningsområdet i Sverige blir därför begränsat.

Troligen medför också de stora kostnaderna per arealenhet för en tryckvattendränering att användandet kommer att begränsas till mindre, "strategiskt" viktiga arealer.

I denna skrift har klarlagts vilka metoder som kan ha effekt på tryckvattnet. Jag hoppas att detta kan bidra till att onödigt arbete undviks när man skall åtgärda surhål.

REFERENSER

- Aslyng, H.C. 1980. Forelaesninger over afvanding i jordbruget. Kulturteknik III. 3:e uppl. København: DSR Forlag. Den Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole.
- Donnan, W.W. 1959. Drainage of agricultural lands using interceptor lines. American Society of Civil Engineers, New York. Irrigation and Drainage Division, Journal 85:IRI, s. 13-23.
- ILRI. 1979/80. Drainage principles and applications. Vol. I-IV. 2:a uppl. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen. Publication 16.
- Sandahl Skov, K. 1960. Et trykvandsareal. Hedeselskabets Tidsskrift 81:13, s. 287-294.
- Sandahl Skov, K. 1969. Plastrør til trykvandsdraening. Hedeselskabets Tidsskrift. 90:4, s. 86-89.
- Sandahl Skov, K. & Olsen, M. 1961. Om draening af trykvandsarealer. Hedeselskabets forskningsvirksomhet. Beretning 5. s. 1-44.
- Smedema, L. & Rycroft, D.W. 1983. Land Drainage. Planning and design of agricultural drainage systems. London: Batsford Academic and Educational Ltd.
- Stisen, S. och Mortensen, J.R. 1982. Artesian water drainage in relation to drainage in Denmark. Land drainage (red. M.J. Gardiner), s. 175-187. Rotterdam: A.A. Balkema.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER.

- 104 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del II. Norrbottens, Västerbottens, Västernorrlands och Jämtlands län. 98 s.
- 105 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del III. Gävleborgs, Kopparbergs och Värmlands län. 89 s.
- 106 Andersson, S. & Wiklert, P. 1977. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IV. Älvsborgs och Göteborgs- och Bohus län. 72 s.
- 107 Jonsson, E. 1977. Bevattning med förorenat vatten. Hygieniska risker för människor och djur. En litteraturstudie. 30 s.
- 108 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1978. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. IX: Västernorrlands, Jämtlands, Västerbottens och Norrbottens län. 104 s.
- 109 Bjerketorp, A. & Klingspor, P. 1978 (1982). Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. Faktaredovisning. 1: Kalmar län. 66 s. (109a. Korrigerat nytryck 1982. 66 s.).
- 110 Lundegrén, J. & Nilsson, S. 1978. Bevattningssamverkan. Förutsättningar och olika associationsformer. 27 s.
- 111 Berglund, G. m.fl. 1978. Resultat av 1977 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 98 s.
- 112 Forsling, A. & Borgblad, M. 1978. Konflikten mellan jordbruket och naturvården i markavvattningsfrågor. 58 s.
- 113 Linnér, H. 1978. Vatten- och kvävehushållningen vid bevattning av en sandjord. 16 s.
- 114 Ingvarsson, A. 1978. Bevattningsförsök inom trädgårdsområdet i Norden. Sammanfattning av försöksresultat publicerade t.o.m. 1977/78.
- 115 Ingvarsson, A. 1978. Bevattning i fältmässig trädgårdsodling - Teknik och ekonomi. 45 s.
- 116 Berglund, G. 1978. Frosthävningens inverkan på dräneringsledningar. 59 s.
- 117 Berglund, G. 1979. De odlade jordarna i Uppsala län, deras geografiska fördelning och fördelning på jordarter. 42 s.
- 118 Berglund, G. m.fl. 1979. Resultat av 1978 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 98 s.
- 119 Valegård, A. & Persson, R. 1981. Optimering av större ledningssystem för bevattning. 49 s.
- 120 Berglund, G. m.fl. 1980. Resultat av 1979 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 93 s.
- 121A Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2A: Deskriptiv behandling av grunddata från Kristianstads län.
- 121B Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2B: Resultat och slutsatser avseende Kristianstads län.

- 122 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1980. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. III. Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 68 s.
- 123 Johansson, W. 1980. Bevattning och kvävegödsling till gräsvall. 83 s.
- 124 Heiwall, H. 1980. Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvattenytan på en sandig grovmo. 17 s.
- 125 Berglund, K. 1982. Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland. 55 s.
- 126 Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. Packningsbenägenheten hos svenska åkerjordar. Förändringar i markens funktion orsakade av packning. 138 s.
- 127 Erpenbeck, J.M. 1982. Irrigation Scheduling. A review of techniques and adaptation of the USDA Irrigation Scheduling Computer Program for Swedish conditions. 135 s.
- 128 Berglund, K. & Björck, R. 1982. Om skördeskadorna i Värmlands län 1981. Linnér, H. 1982. Växtnäringsbevattning. Eriksson, J. 1982. A field method to check subsurface-drainage efficiency.
- 129 Karlsson, I. 1982. Soil moisture investigation and classification of seven soils in the Mbeya region, Tanzania. 56 s.
- 130 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del V. Skaraborgs län. 130 s.
- 131 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VI. Örebro och Västmanlands län. 82 s.
- 132 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del I. Ultuna, Uppsala län. 125 s.
- 133 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VII. Uppsala län. 140 s.
- 134 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VIII. Stockholms, Södermanlands och Östergötlands län. 122 s.
- 135 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IX. Hallands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 104 s.
- 136 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del X. Malmöhus och Kristianstads län. 116 s.
- 137 Wiklert, P.† , Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del XI. Kristianstads län. 110 s.

- 138 Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall, A. 1984. Dränering av jordar med rostproblem. 20 s.
Ingevall, A. 1984. Dränering av tryckvatten. 10 s.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat vid avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Tidigare nummer i serien redovisas längst bak i rapporten och kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Agricultural Hydrotechnics, Department of Soil Sciences. Earlier issues are listed at the end of the report and can be ordered - if still in stock - from the Division of Agricultural Hydrotechnics.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel. 018-171165, 171181
