



**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **ALTERNATIVA DRÄNERINGSMETODER PÅ JORDAR MED LÅG GENOMSLÄPPLIGHET**

### **1. Ett nordiskt samarbetsprojekt inom Nordkalottområdet**

**Kerstin Berglund  
Knut Lindberg  
Rauno Peltomaa**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Avdelningsmeddelande 90:3  
Uppsala 1990**

---

ISSN 0282-6569

ISBN 91-576-4278-8

Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

---

Distribution:

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik  
Box 7014  
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 85, 67 11 86

Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Soil Sciences  
Division of Agricultural Hydrotechnics  
P.O. Box 7014  
S-750 07 UPPSALA, SWEDEN

Tel. +46-(18) 67 11 85, +46-(18) 67 11 86

---



**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **ALTERNATIVA DRÄNERINGSMETODER PÅ JORDAR MED LÅG GENOMSLÄPPLIGHET**

### **1. Ett nordiskt samarbetsprojekt inom Nordkalottområdet**

**Kerstin Berglund  
Knut Lindberg  
Rauno Peltomaa**



---

**Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Avdelningsmeddelande 90:3  
Uppsala 1990**

---

ISSN 0282-6569

ISBN 91-576-4278-8

INNEHÅLL	sid
1. BAKGRUND	3
2. PROBLEMSTÄLLNING	3
3. MÅL MED PROJEKTET	3
4. FÖRUNDERSÖKNING 1987	4
5. FÖRSÖKSÅTGÄRDER	4
6. FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLANER	6
6.1 Vikeid, Norge	7
6.2 Karungi, Sverige	8
6.3 Kittilä, Finland	9
7. MÄTNINGAR I FÖRSÖKEN	11
7.1 Årliga observationer och mätningar	11
7.2 Specialundersökningar	11
8. ERFARENHETER FRÅN FÖRSÖKEN	12
8.1 Anläggning	12
8.2 Brukning	14
8.3 Underhåll	16
8.4 Kostnader	16
9. DISKUSSION	17
10. SAMMANFATTNING	18
11. LITTERATUR	19

## 1. BAKGRUND

Inom Nordkalottområdet finns många dåligt fungerande täckdikningar framför allt på torvjord. Problemen orsakas av jordarnas låga genomsläpplighet i kombination med nya odlingssystem som ställer stora krav på bärigheten. Under 1987 genomfördes en kartläggning av dräneringsproblemen på organogen jord inom Nordkalottområdet. Förundersökningen ledde fram till ett samarbetsprojekt där tre fältförsök lades ut, ett i vardera Norge, Sverige och Finland. Både förundersökningen (1987) och samarbetsprojektet (1988-89) stöddes ekonomiskt av Nordiska ministerrådet, Nordkalottkommittén. Projektansvariga har varit Rauno Peltomaa, Dräneringscentralen (Salaojakeskus), Finland (projektledare), Knut Lindberg, Statens Forskningsstasjoner i Landbruk, Norge och Kerstin Berglund, Sveriges Lantbruksuniversitet, Sverige. De deltagande organisationerna och institutionerna har bistått med de personella resurserna. Medel för de fortsatta undersökningarna har sökts hos Nordiskt kontaktorgan för jordbruksforskning (NKJ).

## 2. PROBLEMSTÄLLNING

Dräneringsfunktionen är i många jordar otillfredställande. Exempel på sådana jordar är mycket styva leror, högförmultnade torvjordar samt vissa mo- och mjälajordar. Orsaken är ofta en otillräcklig genomsläpplighet i nedre delen av matjorden och i övre delen av alven. En del jordar har naturligt en låg genomsläpplighet medan andra åsamkats detta genom olämpliga odlingsåtgärder. Vidare har övergången från hö till ensilage inom grovfoderproduktionen ökat kravet på jordarnas bärighet. Igensättning av dräneringsrören med rostutfällningar eller slam är också en vanlig orsak till dåligt fungerande täckdikningar (Ericson et al, 1985)

På jordar där förbindelsen mellan markytan och de djupare delarna av profilen är dålig är det mycket viktigt att ytvattenavledningen fungerar (Håkansson, 1960). I norr där avrinningen pga tjälen till stor del sker på ytan, blir behovet av ytvattenavledning extra stort (Lomakka, 1989). Dessutom måste man ofta komplettera den konventionella dräneringen med tilläggsdränering av olika slag. På jordar med låg genomsläpplighet är ofta dräneringseffekten svag vid dikning med normala dikesavstånd. Många gånger kan inte ens mycket korta avstånd avhjälpa problemen (Peltomaa & Kasurinen, 1987). Detta leder ofta till vattenmättnad i matjorden vilket begränsar grödans tillväxt och ger dålig bärighet vid vårbruk och skörd. Packningsskador och utvintring av vallarna är mycket vanligt.

## 3. MÅL MED PROJEKTET

Målet med projektet är att förbättra dräneringen på jordar med låg genomsläpplighet. Den förbättrade dräneringen bör leda till bättre bärighet för maskiner, snabbare upptorkning på våren, bättre ytvattenavrinning, minskad ytvatten- och isbildning på markytan samt minskad risk för vattenmättnad i marken.

I detta projekt har vi koncentrerat oss på torvjordar med låg genomsläpplighet men resultaten kan även ge en vägledning på andra jordar med begränsad genomsläpplighet.

#### 4. FÖRUNDESRÖKNING 1987

Under sommaren 1987 genomfördes en kartläggning av dräneringsproblemen på organogen jord inom Nordkalottområdet (Peltomaa & Kasurinen, 1987). De naturliga förutsättningarna för odling på dessa nordliga breddgrader är begränsade. Vegetationsperioden är mellan 100 och 150 dagar lång med en årsnederbörd på mellan 500-700 mm i Sverige och Finland medan variationen är betydligt större på den norska kusten, 350-1300 mm. Upp till hälften av nederbörden faller i form av snö. Det är inte ovanligt att marken är tjälad långt in i juni vilket medför att en stor del av avrinningen måste ske på ytan. Av den odlade arealen är andelen organogen jord ca 10 % i Norge, 15 % i Sverige och hela 45 % i Finland. De odlade mineraljordarna är framförallt lättare jordar som lerig mo, sand- och moränjordar samt en del lättleror.

Den dominerande dräneringsmetoden på torvjord inom Nordkalottområdet har tidigare varit relativt grunda (0,5-1,0 m) öppna diken på 10 till 25 m avstånd. Under de senaste 20-30 åren har emellertid en stor andel torvjordar dränerats med täckta ledningar med mycket skiftande resultat. I förundersökningen kartlades totalt 17 gårdar med dräneringsproblem, 6 i Norge, 5 i Sverige och 6 i Finland. På varje plats bestämdes torvslag, torvdjup, jordens förmultningsgrad, skrymdensitet och genomsläpplighet för vatten. Det gjordes också ett försök att bedöma orsaken till att täckdikessystemen inte fungerade i varje enskilt fall. I närmare hälften av fallen var genomsläppligheten mycket låg i såväl matjord som alv, trots att förmultningsgraden inte var så hög (H2-H7 enligt von Posts skala). På några av platserna var skrymdensiteten i matjorden relativt hög (0,4 g/cm<sup>3</sup>) vilket antyder att jorden packats, med försämrade genomsläpplighet som följd. Det var också tämligen vanligt att rör eller filter var igensatta med slam eller rost.

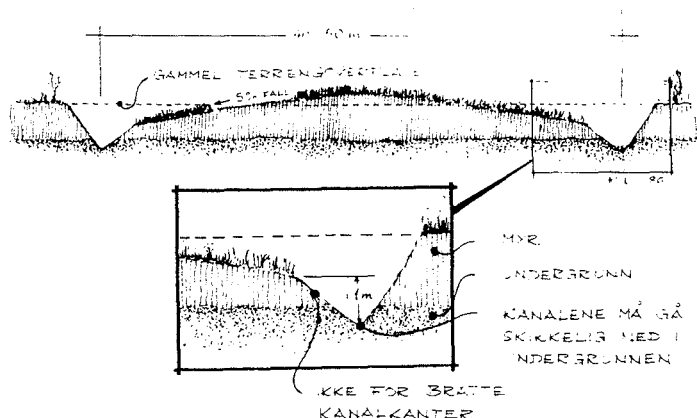
Erfarenheterna från förundersökningen ledde 1988 fram till ett gemensamt nordiskt forskningsprojekt (Norge, Sverige och Finland) stött ekonomiskt av Nordiska ministerrådet, Nordkalottkommittén.

#### 5. FÖRSÖKSÅTGÄRDER

De åtgärder som provas i försöken är:

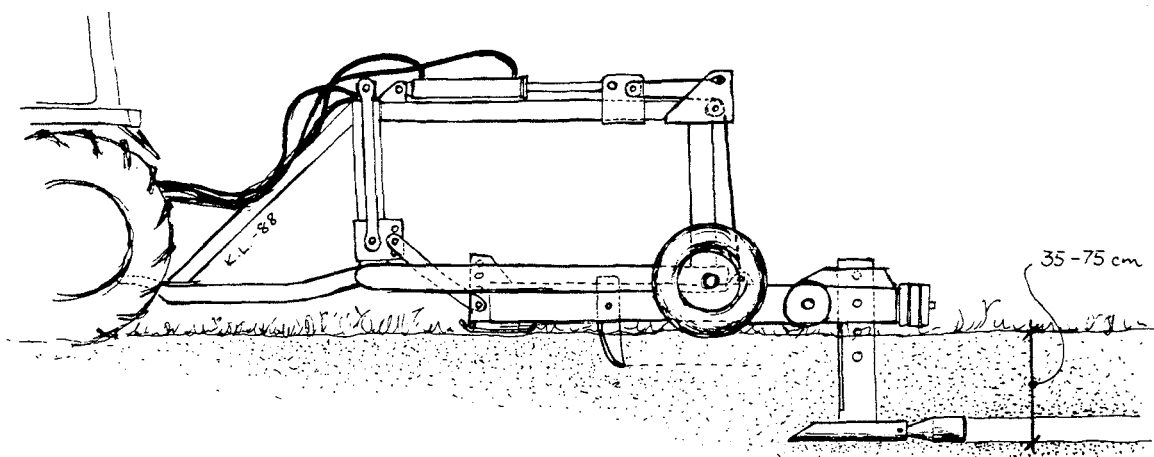
1. Traditionell täckdikning med varierande dikesavstånd. I det norska försöket är täckdikesavståndet endast 5 m medan det i Finland och Sverige är större, 16 respektive 22 m.
2. Öppna diken - plan mark. Avståndet mellan de ca 1 m djupa öppna dikena är 40 m i samtliga försök. Marken mellan de öppna dikena är plan.
3. Öppna diken - profilering (ytplanering). För att förbättra ytvattenavledningen har tege mellan de öppna dikena ytplanerats (profilerats). Principerna för profileringen framgår av figur 1. De 40 m breda tegarna lutar ca 2,5 % i de svenska och finska försöken och 5-7 % i det norska försöket. Den större lutningen i det norska försöket motiveras av den höga nederbörden på den norska kusten. Tekniken med att ytplanera tege har använts med framgång i såväl Kanada (Rayment, 1970) som Irland (Galvin, 1976).
4. Öppna diken - profilering med samtidig omgrävning av profilen (endast i Norge). Den underliggande mineraljorden blandas med torven vid profile-

ringen (Lindberg, 1988). Med inblandningen av mineraljorden förbättras bl a torvens bärighet och värmeledningsförmågan i torrt tillstånd.



Figur 1. Principerna för profilering (ytplanering) av torvmark underlagrad av mineraljord (Lindberg, 1989). Fallet på tegnen, i detta exempel 5 %, får anpassas till de lokala förhållandena (nederbörd, mineraljordens sammansättning, grävkostnader osv).

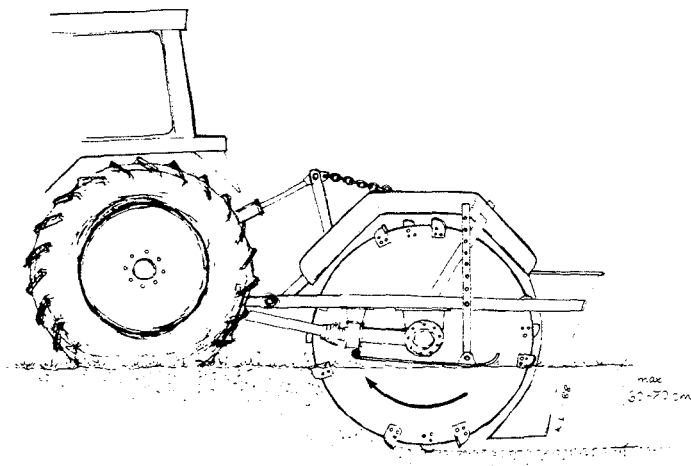
5. Tubulering. Vid tubulering pressas en gång direkt i markmaterialet och vattnet leds sedan i dessa gångar eller tuber (Berglund, 1956; Olovsson, 1987). Arbetet utförs med en tubulator (fig 2) som dras efter en traktor. Tubdiametern är i försöken ca 7,5 cm och djupet till gångarna varierar mellan 35 och 75 cm. På torvjord med låg skrymdensitet är det brukligt att använda en expander med större diameter, 15-20 cm är inte ovanligt (Eggelsman, 1972). På de här aktuella försöksfälten varierade förmultningsgraden och därmed skrymdensiteten mycket. Dessutom placerades tubuleringsgångarna ibland nere i mineraljorden vilket gjorde att en mindre tubdiameter var att föredra. Avståndet mellan tuberna är i samtliga försök ca 2,5 m. Tuberna har en begränsad varaktighet och det kan bli aktuellt att upprepa åtgärden under försöksperioden. Tuberna har lagts med fallet på de ytplanerade tegarna och på de plana tegarna försökte man lägga tuben med en lutning ut till det öppna diket. I vissa fall har tubens utlopp i det öppna diket förstärkts med ett ca 70 cm långt plaströr.



Figur 2. Principskiss över den tubulator som använts i försöken.

6. Slitsdränering. Vid slitsdränering gör man med hjälp av ett fräshjul (fig 3) upp smala och grunda diken (slitsar) i marken (Rehn, 1988). Slitsen kan antingen lämnas öppen, vilket är fallet i dessa försök, eller fyllas med dränerande material t ex grus. Med den slitsfräs som användes i försöken blev slitsbredden ca 6 cm och djupet maximalt 60 cm. Slitsavståndet är i försöken ca 2,5 m. Slitsarna lades med fallet på de ytplanerade tegarna och på den plana marken försökte man få en viss lutning på slitsen ut mot det öppna diket.

Försöksåtgärdernas detaljutformning kan variera något mellan försöken.



Figur 3. Principskiss av den slitsfräs som använts i försöken. Fräsen består av en stor stålskiva med utbytbara grävtänder som skär/slår sönder och kastar upp jorden. Skivan roterar mot körriktningen med hög hastighet.

#### 6. FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLANER

Under sommaren 1988 lades tre försök ut, ett i respektive land (fig 4). I Sverige (Karungi) och Finland (Kittilä) lades försöken ut på täckdikade fält som fungerar dåligt och i Norge (Vikeid) på nyodlad mark. Samtliga försök ligger på torvjordar med låg genomsläpplighet.



Figur 4. Karta över försöksplatsernas läge.



## 6.1 Vikeid, Norge

Den norske delen av projektet har utført ved Lantbruksteknisk Instituttets avdeling i Nord-Norge, Vikeid, Sortland i Vesterålen. Vikeid ligger ca 200 km väster om Narvik (68° 45' norr och 15° 15' öst). Medelnederbörden är 1200-1300 mm per år. Det ursprungliga torvdjupet på fältet var 1,5-2,0 m och humifieringsgraden varierade från H4 till H7 enligt von Post. Torven underlagras av sand.

Försöket anlades i två etapper, den sekundära dräneringen utfördes under sensommaren 1988 medan övriga åtgärder redan utförts ett par år tidigare.

### Försöksplan Vikeid (fältplan se fig 5)

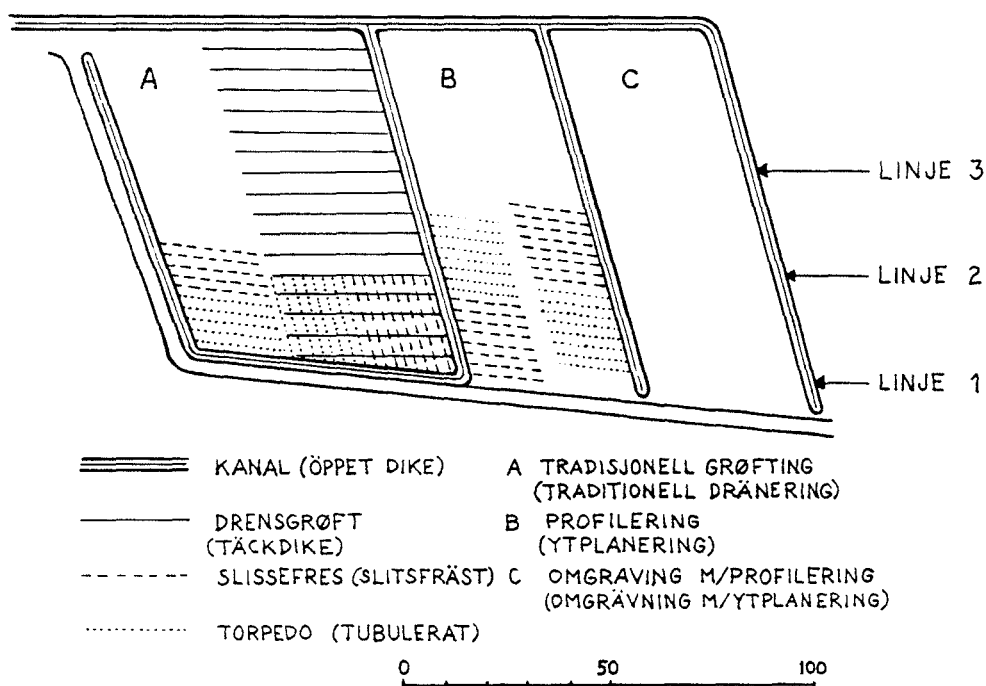
a) Traditionell täckdikning med 5 m avstånd mellan dikena.

b) Profilering (ytplanering) med 40 m breda tegar med 5-7 % fall från mitten och ut mot öppna V-formade diken (fig 6).

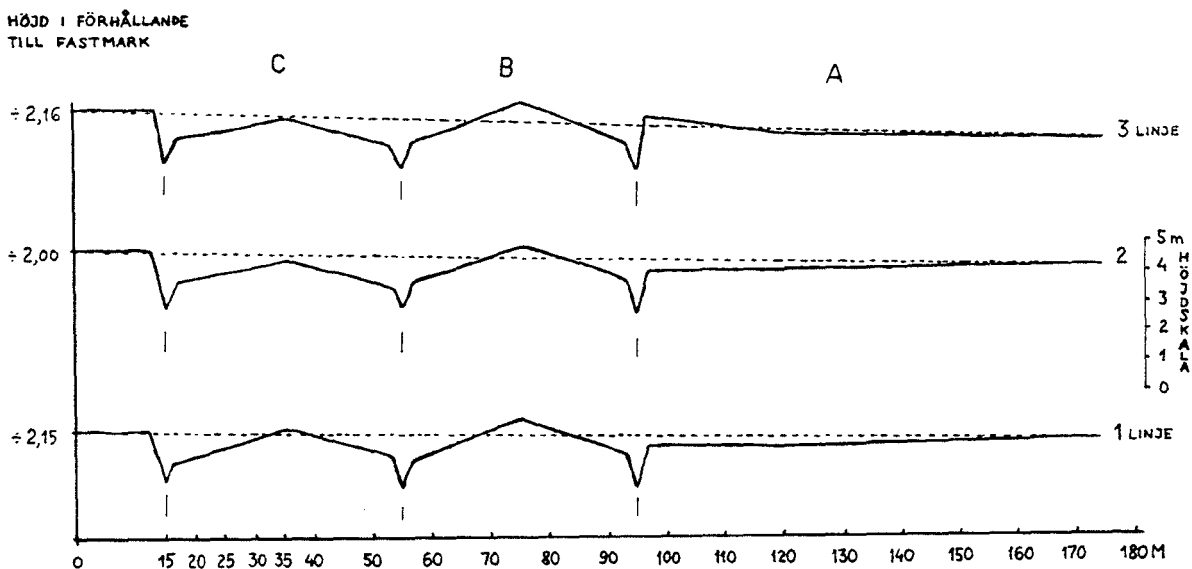
c) Kombination av profilering och omgrävning av torvlagret. Torven har grävts ned och underliggande sand har lagts på toppen. En del av torven blandades in i sandlagret.

Behandlingarna a) och b) har även kombinerats med försök med sekundär dränering, i detta fall slitsfräsning och tubulering. På det täckdikade fältet (a) kördes slitsfräs och tubulator tvärs över täckdikena med 2,5 m mellan varje kördrag. På profileringsfältet (b) kördes slitsfräs och tubulator från de öppna dikena och in mot mitten av tegen med 2,5 m avstånd mellan varje kördrag.

Övriga detaljer rörande försöksplanen framgår av kartan i figur 5.



Figur 5. Fältplan, Vikeid, Norge.



Figur 6. Vikeid. Längsprofiler utefter de tre linjerna markerade i fig 5.

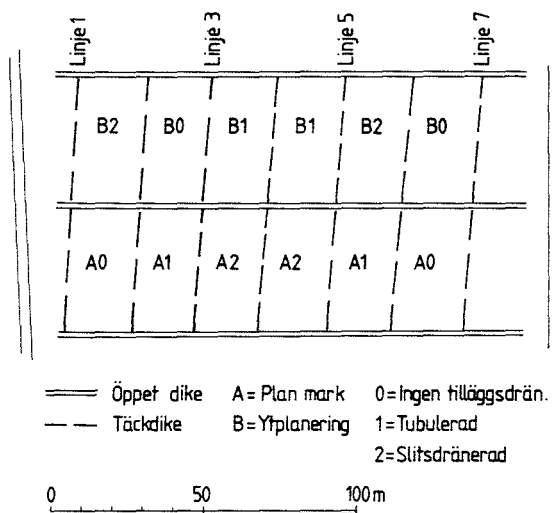
## 6.2 Karungi, Sverige

För den svenska delen av projektet ansvarar Försöksavdelningen för hydroteknik, Institutionen för markvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Försöket är placerat hos lantbrukare Arne och Karin Resin i Karungi i Tornedalen. Karungi ligger ca 30 km norr om Haparanda ( $66^{\circ} 3'$  norr och  $23^{\circ} 55'$  öst). Medelnederbörden är 715 mm per år. Torvdjupet vid försökets start var 0,6-0,8 m. Torven består huvudsakligen av starrtorv med humifieringsgraden H3-H4 enligt von Posts skala. På 60 cm djup övergår torven i blålera. Torvens genomsläpplighet i fält uppmättes till mellan 1 och 3,4 cm/h i matjorden, men sjönk i övre alven och den underliggande leran till 0,2-0,3 cm/h. I matjorden är pH-värdet 5,6 men sjunker i övre alven till 5,2. Vid 50 cm djup sjunker pH snabbt till 4,0 och förblir lägre än 4 i hela nedre alven. Den kemiskt sura alven är ett stort hinder för rötternas utveckling.

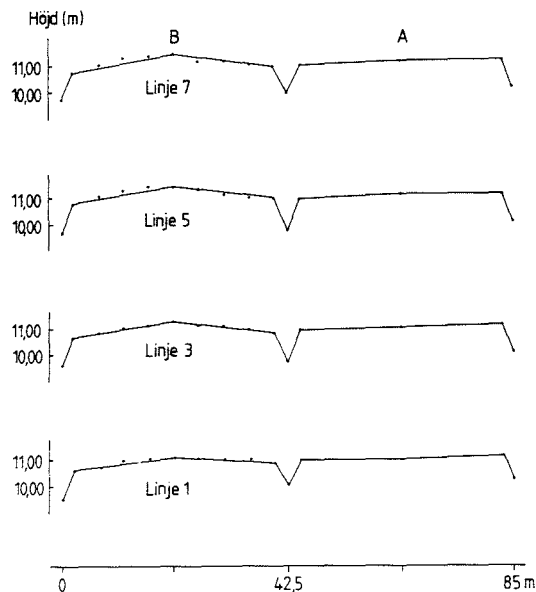
Försöket anlades sensommaren 1988 på redan täckdikad mark (20 m täckdikensavstånd). Täckdikningen fungerade mycket dåligt med framför allt mycket låg bärighet. De öppna dikena grävdes tvärs den befintliga täckdikningen så att dräneringsrören nu mynnar direkt i de öppna dikena. Tyvärr kunde varken slitsdränering eller tubulering utföras förrän efterföljande vår (1989) pga dåligt väder.

### Försöksplan, Karungi (fältplan se fig 7)

- A) Öppna diken, plan mark, 40 m breda tegar.
- B) Öppna diken, ytplanering, 40 m breda tegar med ca 2,5 % lutning från mitten ut mot de öppna dikena (fig 8).
- 0) Utan tilläggsdränering.
- 1) Tubulering, 2,5 m tubavstånd med svag lutning ut mot de öppna dikena.
- 2) Slitsdränering, 2,5 m slitsavstånd med svag lutning ut mot de öppna dikena.



Figur 7. Fältplan, Karungi, Sverige.



Figur 8. Längsprofiler, Karungi.

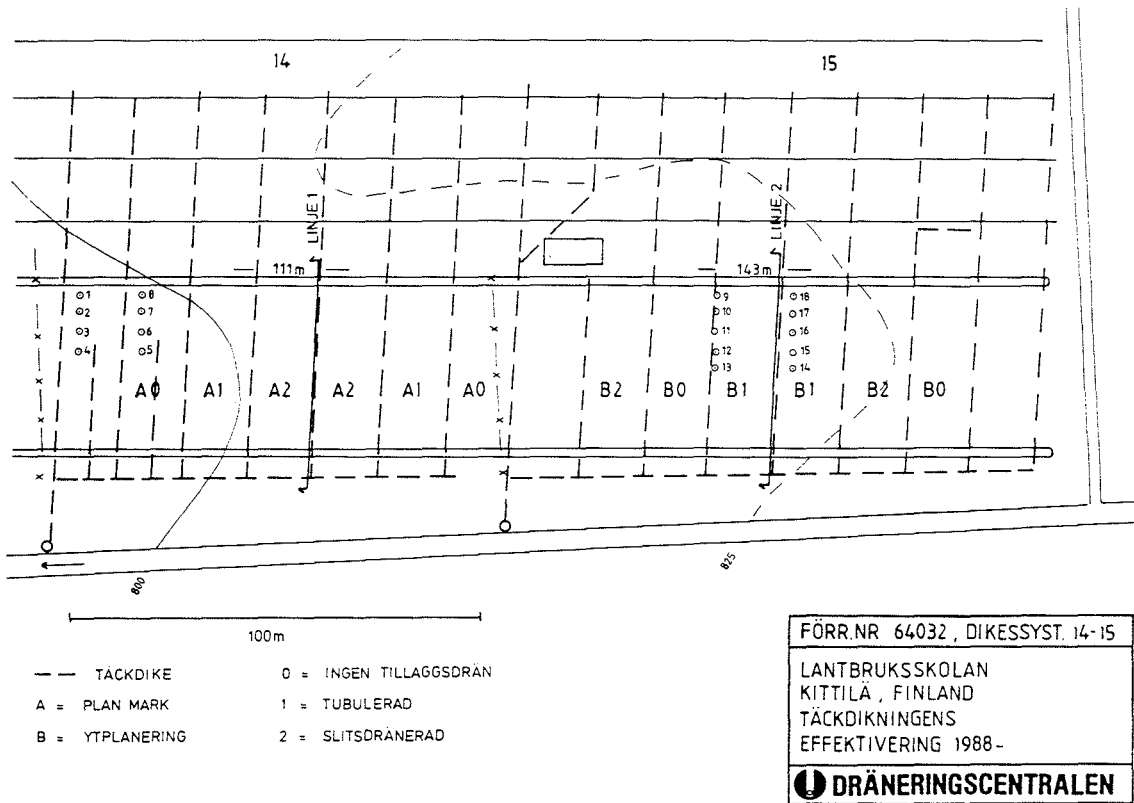
### 6.3 Kittilä, Finland

Den finska delen av projektet genomförs i Dräncentralens (Salaojakeskus) regi. Försöket är placerat vid Kittilä lantbruksskola ca 150 km norr om Rovaniemi, 68° norr och 25° öst. Medelnederbörden är 400 mm per år och vegetationsperiodens längd ca 130 dagar. Marken är i regel tjälad från oktober till slutet av maj men det är inte ovanligt att tjäljen på djupet ligger kvar långt in i juni. Det ursprungliga torvdjupet på försöksfältet var 0,5-1,2 m. Torven består huvudsakligen av starrtorv med en humifieringsgrad på 3-4 enligt von Posts skala. Torven underlagras av en mohaltig mjåla. Torvens genomsläpplighet i fält (k) uppmättes till 0,04-0,12 cm/h.

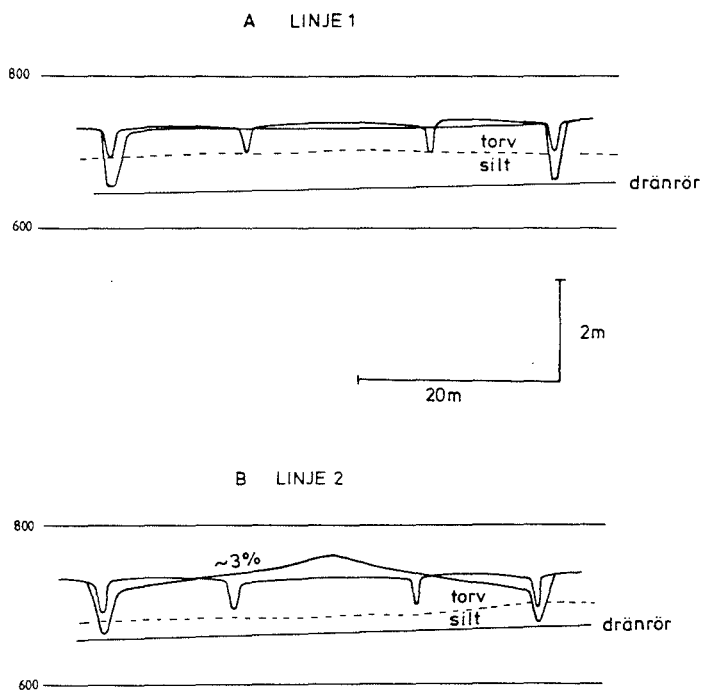
Försöket anlades sommaren 1988 på ett skifte som ursprungligen varit dränerat med öppna diken på 14-16 meters avstånd. Under mitten av 1970-talet lades de öppna dikena igen och fältet täckdikades med ca 16 m avstånd. Dräneringseffekten var redan efter 7-8 år så dålig att man var tvungen att komplettera dräneringen med ett ytavvattningsystem. De öppna dikena grävdes tvärs den befintliga täckdikningen.

#### Försöksplan, Kittilä (fältplan se fig 9)

- A) Öppna diken, plan mark, 40 m breda tegar.
- B) Öppna diken, ytplanering, 40 m breda tegar med ca 2,5 % lutning från mitten ut mot de öppna dikena.
- 0) Utan tilläggsdränering.
- 1) Tubulering, 2,5 m tubavstånd med svag lutning ut mot de öppna dikena.
- 2) Slitsdränering, 2,5 m slitsavstånd med svag lutning ut mot de öppna dikena.



Figur 9. Försöksplan, Kittilä, Finland.



Figur 10. Kittilä. Längsprofiler utefter de två linjerna som markerats i fig 9.

## 7. MÄTNINGAR I FÖRSÖKEN

### 7.1 Årliga observationer och mätningar

Nederbördsdata från intilliggande klimatstationer kompletteras i vissa fall med egna observationer vid försöken.

**Ytavvägning** görs en gång per år för att följa markytans sjunkning som följd av dränering, omgrävning och odling. Vid förbättrad dränering ökar andelen luft i profilen och nedbrytningen av det organiska materialet intensifieras (Berglund, 1989). Torvlagret kommer också att sätta sig, speciellt på det ytplanerade området. Uttorkningen av de övre lagren bidrar även till att torvlagret krymper.

**Tjäl djupsmätningarna** startade vintern 1988/89 i de norska och finska försöken och ett år senare i det svenska försöket. Avläsningar görs 1-2 gånger/månad så länge tjäl ligger. Det är möjligt att skillnaderna i dräneringseffekt även kommer att få effekt på tjäldjupet som i sin tur påverkar upptorkning och bärighet på våren.

**Grundvattenståndsmätningar** görs ca 2 gånger i månaden under vår och höst och med något längre mellanrum mellan mätningarna under sommaren. Ett högt grundvattenstånd befrämjar uppfrysning, isbränna och kvävning av grödan genom vattenmättnad i matjorden (Håkansson, 1954). I försöken görs en bedömning av eventuell isbildning och ytvattenförekomst på markytan vid snösmältningen samt en gradering av isbränna och vallens slutenhet på våren.

Den dominerande grödan i försöken är vall som skördas försöksmässigt en eller om möjligt två gånger per säsong. Vid skörden bestäms den **botaniska sammansättningen** ((%) klöver, gräs och ogräs).

**Markens bärighet** graderas enligt en fyrgradig skala i samband med gödningen på våren och vid skörden. Bärigheten är oftast den begränsande faktorn och därför mycket viktig vid bedömningen av markens odlingsvärde.

**Jordtemperatur** mäts endast i det norska försöket.

Resultatet av mätningarna kommer att redovisas i en del 2 av denna skrift.

### 7.2 Specialundersökningar

Förutom de årligen återkommande mätningarna i försöken kommer, om de ekonomiska resurserna tillåter, tre specialundersökningar att genomföras under försöksperioden. **Dräneringsfunktionen** kommer att specialundersökas i det svenska försöket under 1992. I undersökningen kommer varje försöksled att karakteriseras med avseende på bl a genomsläpplighet för luft och vatten, porositet och vattenhållande egenskaper (McAfee, 1984). Undersökningarna genomförs både i fält och på laboratoriet.

Inom den norska delen av projektet koncentrerar man sig på de **miljöeffekter** en ny dräneringsteknik kan få med avseende på ytvattenavrinning, erosion, vattenkvalitet. Detta kommer att ske i samarbete med andra norska forskningsprojekt.

För att denna nya dräneringsteknik skall kunna fungera i praktiken kommer en hel del nya maskiner och metoder för **underhåll av dräneringssystemen** att behövas. Vissa maskiner går att ta in från andra länder men ett visst

utvecklingsarbete måste ske på nordisk bas. För denna del av projektet står Finland som huvudansvarig men även Norge kan tänkas bidra med erfarenheter.

## 8. ERFARENHETER FRÅN FÖRSÖKEN

Dränering av jordar med låg genomsläpplighet har skapat problem för jordbruket speciellt i områden med stora nederbörds mängder. Dessa problem har blivit allt större i takt med jordbrukets mekanisering. Dränering med traditionell täckdikning har i många fall varit otillräcklig. Detta är bakgrunden till att man de senaste åren åter har börjat se på "glömda" tekniker med ytvattenavledning och öppna diken.

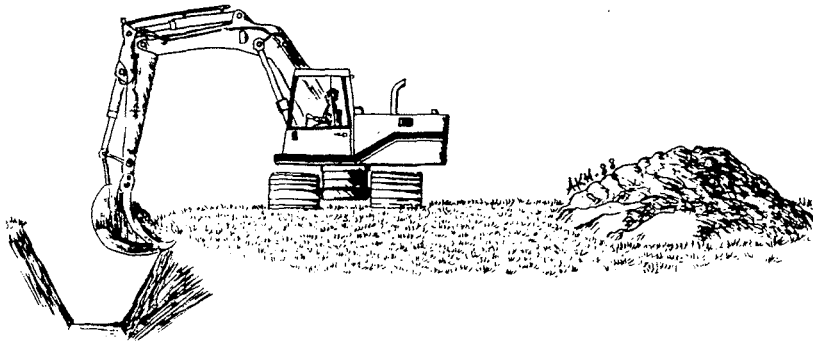
### 8.1 Anläggning

#### Norge

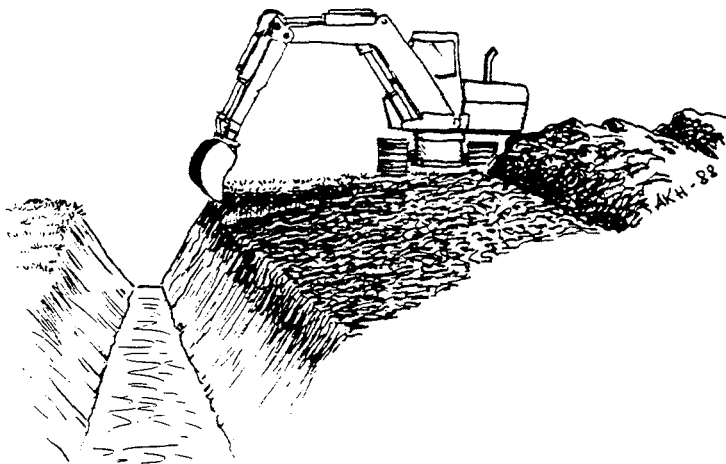
Anläggningsarbetena på försöksfältet är huvudsakligen gjorda med bandgående grävmaskin. Täckdikningen har utförts med en 7-8 tons maskin med grävskopa. Detta är det vanligaste sättet att täckdika myrjord i Norge. Gräv hjulsmaskiner o d är inte brukbara eftersom det ofta finns trädrötter i jorden. Dessutom är myrarna ofta grunda med stenigt underlag. Täckdikningsrören ligger ca 1 m djupt och mynnar ut i ett öppet dike. Grov sand har använts som filter.

Det profilerade (ytplanerade) fältet är anlagt med en 15 tons grävmaskin. Profileringen utfördes på så sätt att det först grävdes 1,5-1,8 m djupa kanaler med 40-45 m avstånd. Massan från dessa kanaler lades in mot mitten av tegen (fig 11). Nästa operation var att grävmaskinen gick längs kanalerna och gjorde ett ca 10 m brett "skråplan" som började 60-80 cm ned på kanalsidan. Massorna från detta arbete blev tillsammans med kanalmassan flyttad vidare in över tegen (fig 12). När detta var gjort från båda sidor, låg två strängar med jord längs mitten av tegen. Slutligen gick grävmaskinen mitt på tegen och slätade ut jorden så att tegen fick ca 5-7 % fall ut mot kanalerna (fig 13). Det är viktigt att göra överhöjden mitt på tegen något större än önskvärt eftersom massan sjunker ihop med tiden. Detta fenomen gör sig starkast gällande i den massa som är flyttad.

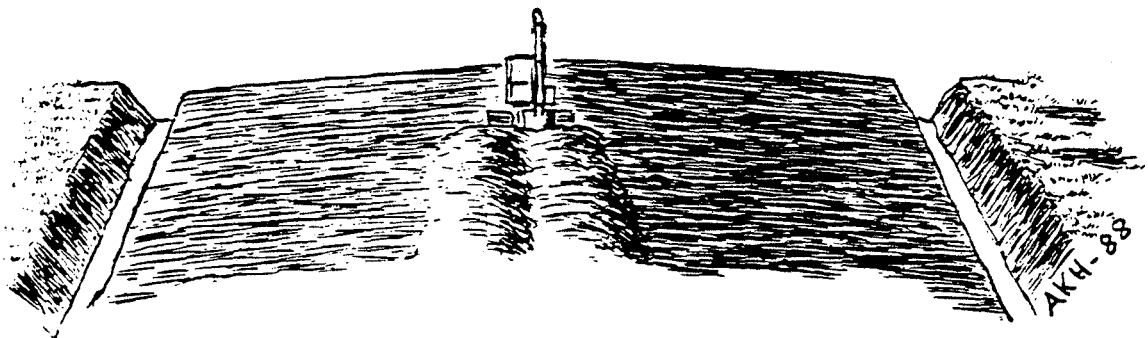
Den omgrävda tegen är anlagd med samma grävmaskin som profileringsfältet. Omgrävningstegen är i likhet med profileringstegen 40 m bred. Arbetet startade här mitt på tegen med att maskinen grävde ett dike ca 2 m brett i tegens längdriktning. Detta dike grävdes bara ned till fastmarksjorden. Nästa dike grävdes vid sidan av det första. Torvjorden från dike nr 2 lades i dike nr 1. Sedan tog man upp mineraljord från botten och lade på toppen. Genom att lägga mer jord i det föregående diket än man grävt ur, fick man en högre nivå på markytan än förut. Dike nr 3 grävdes något bredare än nr 2 för att uppnå samma effekt. Mot slutet började man gräva smalare diken för att få markytan lägre än ursprungligt. Det sista diket som togs upp bildade samtidigt den öppna kanalen. Man hade nu en lutande markyta från mitten av tegen och ut mot kanalen. Toppjorden bestod nu av ca 0,5 m sand blandad med lite torv. Samma operation genomfördes från mitten av tegen mot den avslutande kanalen på andra sidan.



Figur 11. Profileringen börjar med att de öppna diken grävs och massorna läggs så långt in på tegen som möjligt.



Figur 12. Efter dikesgrävningen gick grävmaskinen längre in på tegen och skavde av massor från diket och in. Dessa massor tillsammans med dikesmassorna flyttades in mot mitten av tegen.



Figur 13. Profileringen avslutas med att grävmaskinen går mitt på tegen och slätar ut schaktmassorna så att tegen får ca 5-7 % fall.

Vid anläggningen gjordes endast en grov ytplanering av profilerings- och omgrävningstegarna, eftersom det uppstod betydliga sättningar i massan.

Detta var speciellt märkbart efter första vintern. Den slutliga ytplaneringen fick göras med lättare traktorredskap någon tid efter anläggningsarbetet.

Under körningen med slitsfräsen kom det upp mycket jord från slitsspåret. Denna jord spreds relativt dåligt ut över ytan. Anledningen till detta var att den tillgängliga traktorn bara hade 540 varv per minut på kraftuttaget medan maskinen skulle köras med 1000-varvsuttag. Trots den dåliga spridningen, var det sommaren 1989 bäst vallskörd på de slitsfrästa delarna av fältet. Detta kan möjligtvis förklaras med en viss gödselverkan på grund av låg C/N-kvot i den uppfrästa jorden? Tubuleringen gick utan problem, och det var heller inga problem med bärigheten.

### Sverige

Dikesgrävningen i Karungi utfördes i augusti 1988 med en bandgrävmaskin (Hydromac H100) med extra bred skopa. Massan från kanalerna lades upp så långt in på tegnen som möjligt varefter en bandtraktor (Case 1150c) utförde det mesta av ytplaneringsarbetet. På delar av området var bärigheten mycket dålig och bandtraktorn körde fast ett par gånger med påföljd att bandgrävmaskinen fick hjälpa till med ytplaneringen. De nya öppna diken lades ut tvärs det gamla täckdikessystemet och täckdikena mynnar nu direkt i de öppna diken. Täckdiketsdjupet varierar från 1,1 m på den norra delen av skiftet till 0,6 m på den södra delen.

Det var planerat att såväl tubulering som slitsdränering skulle utföras direkt efter ytplaneringen men bärigheten var då för dålig. Det är en klar fördel om man kan utföra både tubulering och slitsdränering i en vall strax efter skörd eller på stubbåker. Rotfilten i matjorden gör att bärigheten ökar avsevärt. Tilläggsdräneringen utfördes därför året efter ytplaneringen på stubben efter en grönfoderrapsgröda. Både tubulering och slitsfräsning gick utan problem. Vid slitsfräsningen användes en traktor med 1000-varvsuttag vilket gjorde att den upptransporterade torven spreds mycket väl över ett relativt stort område. Innan vallsådden på hösten gjordes en slutlig ytplanering med sladd.

### Finland

Anläggningen av försöksfältet skedde sommaren 1988 under goda förhållanden. Arbetet följde samma principer som i Sverige men vid dikesgrävningen användes en traktorgrävare. För profileringen användes en bandtraktor med ett schaktblad fram. Det var vissa problem med att få tillräckligt av den torra torven i dikesslätten med in mot tegens mitt. Den eftersträvade lutningen uppnåddes inte över hela fältet. De öppna diken grävdes ned till de gamla täckdikena som numera mynnar direkt ut i de öppna diken. Tubuleringen utfördes utan problem och med gott resultat. Tyvärr fanns det ingen traktor med 1000-varvsuttag att tillgå vid slitsfräsningen vilket medförde att kvaliteten på slitsarna blev så dålig att även dessa försöksrutor tubulerades. Försöksfältet såddes in med vall hösten 1989.

## **8.2 Brukning**

### Norge

När ett fält delas upp i tegar kan detta givetvis förorsaka problem för en



effektiv maskinell drift av fältet. Genom att ge tegarna en bredd på 40 m tycks dessa nackdelar dock vara acceptabla. Långa tegar är en fördel ur mekaniseringssynpunkt.

Om jorden har låg bärighet, kan det uppstå problem med körskador vid tegarnas ändar. Detta beror på mycket körning och svängning med traktorerna. En lösning på detta problem kan vara att bygga övergångar mellan två tegar. Under arbetet kör då traktorn fram på den ena tegan och tillbaka på den intilliggande tegan.

Erfarenheter från Norge visar att dräneringseffekten blir bäst om kanalerna mellan tegarna om möjligt går en bit ned i mineraljorden under myren. Därigenom kan vatten i mineraljorden rinna ut i kanalerna. Detta bidrar till att dränera myren underifrån. Förutsättningen är att undergrunds-jorden har god permeabilitet. Om underlaget består av siltigt material, måste kanalgrävningen ske med stor försiktighet. Kanalerna bör inte grävas djupt ned i siltjorden ty risken för erosion utmed kanalsidorna är mycket stor. I sådana fall måste kanalerna grävas grundare eller sidorna måste förstärkas till exempel genom sten- eller grästorvsättning.

Kanalernas djup bör av två skäl vara minst 1 m. För det första ger detta en tillräcklig grundvattensänkning på tegan längs kanalerna. För det andra hindrar väl tilltagna kanaler att smältvattnet svämmar över tegarna under snösmältningen på våren. På så sätt kan man effektivt reducera isbrännan i vallen. Reducerade övervintringsskador är en anledning till varför timotej och andra gräs klarar sig bättre på profilerade än på plana täckdikade fält.

De öppna kanalerna gör att man måste vara mycket aktsam vid gödsling av fältet så att inte gödseln hamnar direkt i kanalerna med ökad förorening som följd. Detta gäller givetvis både konstgödsel och stallgödsel.

Sommaren 1989 var kall och fuktig i Vesterålen (Norge) med genomgående högt grundvattenstånd. Det ställdes därför stora krav på markens bärighet under skörd och andra arbetsoperationer ute på fälten. Det kunde tydligt observeras att slitsfräsningens sönderskärning av gräsmattan ledde till reducerad bärighet. Både slitsfräsning och tubulering sänkte grundvattenståndet något.

### Finland

De marker i Nordfinland som klassificeras som myrjordar är i de flesta fall plana med bristfällig ytplanering speciellt på täckdikade fält. Isbränna är vanligt förekommande och leder ofta till omfattande skördeskador. Dessutom har bärighetsproblemen ökat markant i och med övergången från hö till ensilage i grovfoderproduktionen. Ytplaneringens effekter har inte tidigare utretts och någon rådgivning inom området har inte heller funnits. Erfarenheterna hitintills från Kittilä talar för att ytplaneringen haft en positiv inverkan på skördens kvantitet, framför allt pga en bättre övervintring av grödan på de profilerade skiftena jämfört med de plana. 1989 och -90 var emellertid ovanligt torra somrar och dräneringen sattes inte på några svåra prov. Eftersom lutningen på försöksfältet blev något mindre än planerat har skördetidpunkten varit densamma på hela skiftet. Ytplaneringen har inte inneburit någon olägenhet vid brukningen. De positiva erfarenheterna från projektet har inneburit att en del lantbrukare i trakten har börjat ytplanera sina skiften på eget initiativ.

### 8.3 Underhåll

Jorden på tegen kan sjunka efter profileringen. Jorden har normalt inte stabiliserat sig förän 1-2 år efter anläggningen. Om profileringen är utförd på frusen mark, kan det ta ändå längre tid. På grund av detta bör ytan efterplaneras 1 eller 2 gånger efter anläggningen och man bör odla ettåriga växter (grönfoder) de första 1-2 åren. Efterplaneringen utförs bäst med en hyvelsladd med god transportförmåga. Detta redskap har god planeringsverkan utan att bearbeta jorden för kraftigt. Traktormonterat schaktblad kan också användas.

Ogrästillväxten kan bli mycket kraftig i de öppna kanalerna. Denna vegetation måste skördas för att hindra oönskad spridning av ogräsfrö. Ändamålsenlig skördeutrustning för kanaler och öppna diken finns i dagsläget inte tillgänglig på den nordiska marknaden. Det arbetas därför med att ta fram enkla specialmaskiner från Mellaneuropa eller att vidareutveckla maskiner och metoder i Norden.

Kanalerna kan i vissa fall slamma igen med sediment och måste rensas med jämna mellanrum för att behålla sin förmåga att leda bort vatten. I Norge (Vikeid) arbetar man nu med att ta fram en traktormonterad skruv som kan användas till det här arbetet.

### 8.4 Kostnader

#### Norge

Kostnaden för dräneringen blir i regeln större ju svårare jord- och klimatförhållandena är. Det är dock möjligt att spara betydliga belopp genom att välja förnuftiga maskiner och metoder. En mycket viktig faktor är maskinförarens skicklighet. I samband med profileringsarbete har man kunnat iaktta hur hektarpriset hos samma entreprenör har gått ned allt eftersom maskinföraren fick större erfarenhet.

I Norge varierar priset för profilering från NOK 15 000 till 30 000 per hektar. Genomsnittet ligger kring NOK 20 000. Detta pris innefattar kanalgrävning och profilering av ytan mellan kanalerna. Kostnaden för ett eventuellt huvudavlopp tillkommer. Priset för täckdikning ligger normalt på NOK 30 000 till NOK 40 000 per hektar.

Den beskrivna omgrävningstekniken är den klart dyraste metoden att lösa dräneringsproblemen. Denna teknik är bara lämplig i vissa fall där undergrundsjorden har goda odlingssegenskaper och där myren inte är för djup. Myr djupet bör inte överstiga 1,5 m om man vill använda den här metoden. Arbetsåtgången vid anläggningen av omgrävningssfältet på Vikeid motsvarar en kostnad på ungefär NOK 60 000 per hektar. Detta är i allmänhet för dyrt. Det måste dock påpekas att förhållandena på fältet inte var gynnsamma, dels var myren djup (> 2 m) och dels hade fältet mycket dålig bärighet. Man var tvungen att utföra arbetet på vintern, annars fastnade grävmaskinen ständigt i myren. Om myren är grundare (ca 1 m) är det möjligt att reducera kostnaderna för denna metod. Metoden är fortfarande dyr, men resultatet kan bli fastmark där man förr hade blöt myr. På fält som är värdefulla för den totala jordarealen på en gård kan metoden försvaras.

## Sverige

Totalkostnaden för att anlägga försöksfältet (1,8 ha) vid Karungi uppgick till 27 800 SEK fördelade på dikesgrävning (24 timmar) 8610 SEK och ytplanering (16 timmar) 7275 SEK samt övriga kostnader var i ingår transport av maskiner, utstakning av försöket, arbetsledning vid utläggningen samt vägtrummor (3'6 m) för att göra tre broar vid den östra änden av försöket. Kostnaden för enbart dikesgrävning och ytplanering uppgick till 13 200 SEK/hektar (totalkostnad 18 500 SEK/ha). Försöksfältet är relativt litet och kostnaderna för t ex transporter av maskinerna blev jämförelsevis stora. Vid större projekt och om maskinförarna får lite mer vana bör kostnaden för enbart dikesgrävning och ytplanering uppgå till högst 9-10 000 SEK/ha och totalkostnaden till 13-14 000 SEK/ha. Kostnaderna för denna typ av dränering är med andra ord i samma storleksordning som för en täckdikning.

Kostnaden för tubuleringen av rutorna i försöket har beräknats till ca 1600 SEK/ha (körhastighet 3,5 km/h, 2,5 m mellan tuberna). Vid praktisk körning kan kostnaden säkert halveras och motsvarar då kostnaden för en plöjning. I och med att tubuleringsgångarna mynnar ut i de öppna dikena måste man backa tillbaka mellan körningen av varje tubuleringsgång vilket mer än fördubblar körtiden. När tubulering används i kombination med täckdikning slipper man dessa tidsödande backningar vilket sänker kostnaden ytterligare.

Slitsfräsning är en dyrare åtgärd eftersom slitsfräsen måste köras långsammare än tubulatorens för att göra ett gott arbete. Kostnaden vid den försöksmässiga körningen beräknades till 2300 SEK/ha (körhastighet 2,0 km/h, 2,5 m mellan slitsarna) men även här kan säkert kostnaden halveras vid praktisk körning. Liksom vid tubuleringen måste man backa tillbaka mellan körningen av varje slits.

## Finland

Försöksfältet i Kittilä var ca 1 ha stort varav hälften ytplanerades. Anläggningskostnaderna uppgick till ca 15 000 FIM/ha vari ingick kostnaden för grävning av öppna diken samt utjämning av grävmassorna och ytplanering av tegnen. Kostnaden för traditionell täckdikning uppgick vid samma tidpunkt till ca 10 000 FIM/ha. Kostnadsjämförelsen blir emellertid inte helt rättvis eftersom försöksfältet var den första anläggningen av detta slag i trakten. Maskinerna var inte helt anpassade till arbetet och maskinförarna hade ingen erfarenhet av denna typ av arbete. Ett dräneringssystem baserat på ytplanering (profilering) och/eller tubulering ger lantbrukaren möjlighet att öka den egna insatsen vid anläggningen eftersom andelen material är liten i jämförelse med täckdikning. Erfarenheter från andra håll ger vid handen att kostnaderna i allmänhet uppgår till ca 30-40 % av täckdikningskostnaderna om tegarna är 25-50 meter breda och lutningen 2-3 %.

## **9. DISKUSSION**

Erfarenheterna från traditionell täckdikning på torvjord inom Nordkalottområdet har inte varit uppmuntrande. Forsknings- och försöksverksamheten har varit ringa och resultat från områden med helt andra förutsättningar har ofta använts. Det behövs i detta sammanhang nya och ibland okonventionella angreppssätt för att lösa dräneringsproblemen och möta det moderna mekaniserade lantbrukets krav.

Dränering där man använder ytavledning för överskottsvattnet är i princip inget nytt. Det nya i det här sammanhanget är att man har gjort tegarna bredare för att möjliggöra en effektiv brukning av tegen. Man har ännu inte exakt fastställt den ideala överhöjden på mitten av tegarna vid olika jord- och klimatförhållanden. De norska erfarenheterna tyder på att 40-50 m breda tegar med ca 5 % fall från mitten och ut mot kanalerna är en ändamålsenlig kompromiss mellan dräneringsverkan och anläggningskostnader. Med mindre nederbördsmängder är det möjligt att lutningen kan minskas.

Den huvudsakliga erfarenheten av ytplanering i kombination med öppna diken finns i Norge där man använt framför allt grävmaskin för anläggning av tegarna. Möjligheterna att använda den teknik som finns inom torvproduktionen har prövats framför allt i Finland med gott resultat. Med en ca 2,5 m bred torvskruv är det möjligt att på ett billigt sätt anlägga tegarna. Lutningen blir dock något mindre än de 5 % som rekommenderas i Norge.

Uppdelningen av fälten i tegar gör att man kanske måste tänka om vad gäller mekanisering och maskinval för drift av dessa fält. I vissa fall kan täckdikningen även i fortsättningen vara att föredra, de öppna diken utgör trots allt ett hinder vid brukningen. Det finns även skäl att utveckla jordbearbetningen på myrjord. Myrjorden blir ofta för hårt bearbetad med dålig struktur och låg genomsläpplighet som följd. Körskador (packning/ältning) och användning av flytgödsel bidrar i samma riktning. Det är hög tid att göra något åt dessa problem.

De öppna kanalerna kräver ett visst underhåll för att fungera väl. Detta underhåll består framför allt av kontroll av oönskad vegetation i kanalerna och att rensa kanalerna från slam. Effektiva maskiner för dessa ändamål är inte vanliga i de nordiska länderna och man måste därför arbeta för att skaffa fram sådana maskiner antingen genom import eller utveckling av egna maskiner.

Ytavrinningen från profileringsfälten kan leda till ökad transport av näringsämnen från jorden och ut i älvar och vattendrag. Denna fråga kräver en snar lösning. Arbete med detta är redan igång i Norge, men inga resultat föreligger för närvarande. Problemen med erosion och näringsläckage behöver inte bli så stora eftersom avståndet från mitten av tegen till kanalkanten är relativt litet, 20-25 m. Ytvattnet rinner därför en kort sträcka.

## 10. SAMMANFATTNING

Med ekonomiskt stöd från Nordiska ministerrådet gjordes under 1987 en inventering av dräneringsproblemen på framför allt torvjord inom Nordkalottområdet. Undersökningen ledde 1988 fram till utläggningen av tre fältförsök, ett i vardera Norge, Sverige och Finland. I försöken testas olika alternativa dräneringsmetoder för låggenomsläppliga jordar. De försöksåtgärder som prövas är traditionell täckdikning, öppna diken med plana tegar, öppna diken med ytplanerade (profilerade) tegar samt i Norge även omgrävning av profilen i samband med ytplaneringen. Tvärs dessa grundläggande åtgärder har även tilläggsdränering (sekundär dränering) i form av tubulering och slitsdränering provats.

I försöken görs ett antal årliga mätningar och observationer såsom ytavvägning, tjäldjupsmätning, insamling av nederbördsdata, grundvattenståndsmätning, observation av isbildning, ytvattenförekomst, isbränna, vallens slutenhet och markens bärighet. Försöken skördas försöksmässigt varje år. I

det norska försöket mäts även jordtemperaturen. Om de ekonomiska resurserna tillåter kommer tre specialundersökningar att genomföras. I det svenska försöket skall dräneringsfunktionen specialstuderas under 1992. Den nya dräneringsteknikens miljöeffekter med avseende på ytvattenavrinning, erosion och vattenkvalitet studeras i den norska delen av projektet. Vidare kommer det att behövas nya maskiner och metoder för underhåll av dräneringssystemen, främst rensning av öppna diken. Finland och viss mån Norge kommer att stå för detta utvecklingsarbete.

Erfarenheterna från försöken har i inledningen varit övervägande positiva. Grävningen av de öppna dikena skedde i Norge och Sverige med bandgrävmaskin och i Finland med traktorgrävare. Ytplaneringsarbetena gjordes i Norge med samma bandgrävmaskin som användes vid dikesgrävningen medan man i Sverige och Finland använde en bandtraktor med schaktblad fram. Bärigheten var på vissa delar av det svenska försöksfältet så dålig att bandgrävmaskinen fick hjälpa till med ytplaneringen. Tegarna är genomgående ca 40 m breda med 2,5 % lutning på tegen i de finska och svenska försöken men dubbelt så stor lutning i det norska försöket (5 %) pga den högre nederbörden på den norska kusten. Tubuleringen genomfördes utan några problem i samtliga försök. Slitsfräsningen kräver en traktor med 1000-varvsuttag för att göra ett gott arbete. Både i det norska och det finska försöket användes en traktor med lägre varvtal på kraftuttaget vilket gjorde att den uppfrästa torven inte spreds så väl över ytan.

Eftersom tegarna är endast 40 m breda bör de göras relativt långa och eventuellt med broar i ändarna för att underlätta brukningen. De nya dräneringssystemen måste underhållas regelbundet. Tegen bör finplaneras någon eller några gånger efter anläggningen eftersom materialet ofta sätter sig lite ojämnt. Vegetationen i de öppna kanalerna måste hållas efter och kanalerna bör även rensas med jämna mellanrum för att inte slamma igen.

Kostnaderna för anläggningen av dräneringssystemen varierar mycket med maskinförarnas skicklighet. Normalt behöver inte kostnaden för öppna diken och ytplanering av tegen bli större än för en täckdikning. Behovet av underhåll bör dock bli större. Tubuleringen kan kostnadsmissigt jämföras med en plöjning medan slitsfräsningen blir något dyrare eftersom maskinen måste köras betydligt långsammare.

## 11. LITTERATUR

- Berglund, G. 1956. Tubulering. Resultat av svenska tubuleringsförsök utförda under åren 1948-56. Särtryck ur: Grundförbättring 1956:3 och 4. 54 s.
- Berglund, K. 1989. Ytsänkning på mosstorvjord. Sammanställning av material från Lidhult, Jönköpings län. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd f lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 89:3. 18 s.
- von Eggelsman, R. 1972. Dränbemessung im Moor nach Tiefe, Abstand und Art. TELMA. Band 2. s 91-108.
- Ericson, L., Fabricius, M., Danielsson, E., Hultman, B., Juto, H. & Huhtasaari, C. 1985. De odlade jordarna i Norrbottens län. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd f lantbrukets hydroteknik. Rapport 146. 82 s.
- Galvin, L. 1976. Reclamation and drainage of peatland. Farm & Food Research. Vol 7, No 3, s 58-60.
- Håkansson, A. 1954. Dräneringen och grödans övervintring. Svensk Jordbruksforskning. Årsbok 1954, s 18-31.

- Håkansson, A. 1960. Dränering av markens ytskikt. Jord - Gröda - Djur. Årsbok 1960, s 32-39.
- Lindberg, K. 1988. Omgravning av myr med samtidig profilering. Landbruksteknisk Institutt, Ås, Norge. LTI-tryck nr 78. 3 s.
- Lindberg, K. 1989. Profilering av myrjord. Landbruksteknisk Institutt, Ås, Norge. Rapport nr 10. 28 s.
- Lomakka, L. 1989. Förebyggande och reparation av is- och vattenskador i vall. Nordisk jordbruksforskning. Årg 71, nr 1, s 85-86.
- McAfee, M. 1984. Assessing the effects of mole drainage on physical properties of a peat soil. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 84:2. 23 s.
- Olovsson, I. 1987. Tubulering - en metod att förbättra dräneringen på jordar med låg genomsläpplighet. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 87:4. 35 s.
- Peltomaa, R. & Kasurinen, O. 1987. Practical experiences of peat land drainage in North-Calotte. Proceedings, Third International Workshop on Land Drainage, December 7-11, 1987. The Ohio State University, Dept. of Agr. Eng. Columbus, Ohio, USA.
- Rayment, A. F. 1970. Newfoundland peat bogs - drainage techniques. Canada Agriculture. Vol 15, No 3, p 24-25.
- Rehn, J.-E. 1988. Slitsdränering. Teknisk-hydrologisk utvärdering av en ny dräneringsteknik. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 88:3. 37 s.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien

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

- 82:1 Berglund, G., Eriksson, J., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1981 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 80 s.
- 83:1 Berglund, G., Eriksson, J. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1982 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 82 s.
- 83:2 Bjerketorp, A. Höjning av nivåerna vid lågvattenföringar i Forsmarksåns vattensystem uppströms Lövestabruk. 4: Vattenstånden i den centrala sjökedjan. 41 s.
- 84:1 Berglund, G., Eriksson, J., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L. Resultat av 1983 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 103 s.
- 84:2 McAfee, M. Assessing the effects of mole drainage on physical properties of a peat soil. Results from an experiment in mole drainage laid down in 1983. 23 s.
- 85:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L. Resultat av 1984 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 89 s.
- 85:2 Jernlås, R. Transport av bekämpningsmedel efter markapplicering. Litteraturstudie och experiment. 33 s.
- 85:3 McAfee, M. Ytsänkning på torvjord. Bälinge Mossar 1904-1984. 31 s.
- 85:4 Heimer, A. Värmlands Säby: Bestånds- och rotutveckling efter yttäckning och strukturkalkning på en slammingsbenägen, torkkänslig mellanlera. 55 s.
- 85:5 Aronsson, Y. Markförsämring genom saltanrikning. 87 s.
- 85:6 Bjerketorp, A. & Josefsson, L. Vattenföring genom cirkulära brotrummor. Beräkningssätt under olika hydrauliska betingelser. 16 s.
- 85:7 Armstrong, B. Bevattning - en global översikt. 55 s.
- 86:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Svensson, M., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L. Resultat av 1985 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 85 s.
- 86:2 Bjerketorp, A. & Johnson, L. Kalhuggningens och skogsdikningens inflytande på vattendragens flöden. En kortfattad kunskapsöversikt. 15 s.
- 86:3 Johansson, W. Rapport över nordisk forskarkurs om markluft. 30 s.
- 87:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L. Resultat av 1986 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 100 s.
- 87:2 Ljung, G. Mekanisk analys. Beskrivning av en rationell metod för jordartsbestämning. 13 s.
- 87:3 Benz, J. Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvattenytan på en lerig grovmo. S. 1-15.  
Alinder, S. Avloppsvatten för underbevattning. Försök med biologiskt renat avloppsvatten till underbevattning. S. 16-24.
- 87:4 Olovsson, I. Tubulering - En metod att förbättra dräneringen på jordar med låg genomsläpplighet. 35 s.
- 87:5 Segerros, M. Inverkan av uppdämning på grundvattenstånd. En studie på Mästermyr. 67 s.

- 88:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K., Karlsson, S.-E. & Gustafsson, E.-L. Resultat av 1987 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 80 s.
- 88:2 Nilsson, Å. Syrediffusion och redoxpotential vid olika markvattenhalter i styv lera. 54 s.
- 88:3 Rehn, J.-E. Slitsdränering. Teknisk-hydrologisk utvärdering av en ny dräneringsteknik. 37 s.
- 88:4 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 1: Grundläggande begrepp. 35 s.
- 88:5 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 2: Hydrostatik. 76 s.
- 88:6 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 3: Grunddragen av vätske- och gasrörelsens kinematik. 39 s.
- 88:7 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 5: Ideala, inkompressibla fluiders rörelse. 47 s.
- 88:8 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 6: Impuls-rörelsemängdsprincipen. 23 s.
- 88:9 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 7: Reella fluiders rörelse. 28 s.
- 88:10 Bjerketorp, A. (Red.) Jord och vatten hemma och borta. V. Seminarieuppsatser HT-88 i huvudavvattning, överredda och utgivna... Under arbete.
- 89:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1988 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning.
- 89:2 Persson, L. & Jernlås, R. Apparat för kolonnexperiment under omättade förhållanden. Manuskript.
- 89:3 Berglund, K. Ytsänkning på mosstorvjord. Sammanställning av material från Lidhult, Jönköpings län. 18 s.
- 89:4 Messing, I. Saturated hydraulic conductivity as related to macroporosity in clay soils. 21 s.
- 89:5 Karlsson, I. M. Markbyggnad för bostads- och rekreationsområden. Prioritering av forskningsinsatser. 17 s.
- 89:6 Håkansson, A. Filtermaterial för dränering. Kommentarer till en serie demonstrationsprover av grus- och sågspånsmaterial. 11 s.
- 89:7 Persson, R. & Wredin, A. (red.). Vattningsbehov och näringstillförsel. Föredrag presenterade vid NJF-seminarium nr 151, Landskrona 1-3 aug 1989. 275 s.
- 89:8 Nitare, M. Rotutveckling i majs. Examensarbete i hydroteknik. 39 s.
- 89:9 Sandsborg, J. & Bjerketorp, A. Kompendium i elementär hydromekanik. 8: Hydraulisk likformighet samt dimensionsanalys. 30 s.
- 89:10 Karlsson, I. M. Effekten av jordkonditioneringsmedlet ammonium-lauretsulfat på den hydrauliska konduktiviteten i vattenmättat tillstånd i två svenska lerjordar. 16 s.
- 90:1 Linnér, H., Persson, R., Berglund, K. & Karlsson, S.-E. Resultat av 1989 års fältförsök avseende detaljavvattning, markvård och markförbättring samt bevattning.
- 90:2 Jansson, P.-E. (ed.). The Skogaby Project. Project description. 77 s.
- 90:3 Berglund, K., Lindberg, K. & Peltomaa, R. Alternativa dräneringsmetoder på jordar med låg genomsläpplighet. 1. Ett nordiskt samarbetsprojekt inom Nordkalottområdet. 20 s.



Denna serie meddelanden utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara av i första hand internt intresse. Uppsatser lämpade för en mer allmän spridning publiceras bl a i avdelningens rapportserie. Tidigare nummer i meddelandeserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Communications is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of other articles considered to be of interest mainly within the department. Articles of more general interest are published in, for example, the department's Report series. Earlier issues in the Communications series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges Lantbruksuniversitet

Avdelningen för lantbrukets hydroteknik

750 07 UPPSALA, Sverige

Tel. 018-67 11 65, 67 11 81

---