

Lunds universitets naturgeografiska institution
Seminarieuppsatser

Nr 26

*Avfallsupplag i Malmöhus län.
Dränering och miljöpåverkan*

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET
UTLÅNAS EJ



Tobias Theander

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET



Lund 1992



Sem. upps.

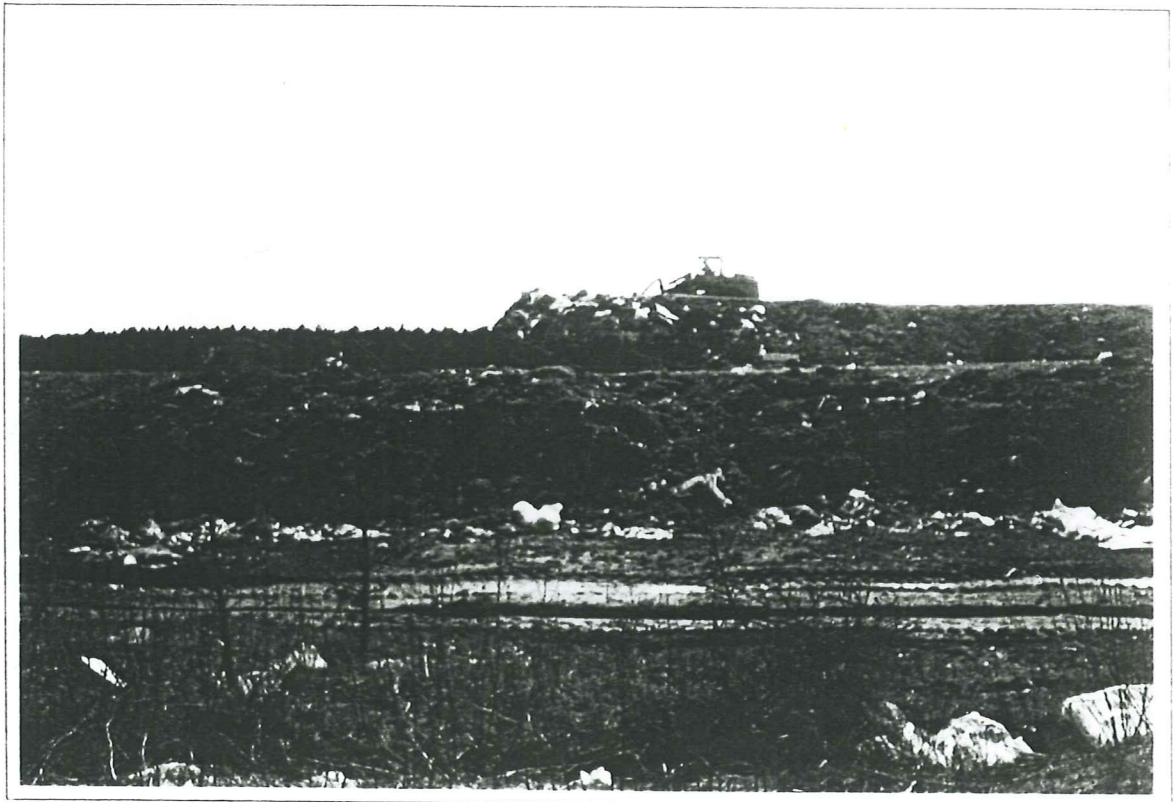
LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET
PERIODICA

Lunds universitets naturgeografiska institution

Seminarieuppsatser

Nr 26

*Avfallsupplag i Malmöhus län.
Dränering och miljöpåverkan*



Tobias Theander

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET



Lund 1992



ABSTRACT:

THIS IS A SURVEY OF THE ENVIRONMENTAL
IMPACT OF THE EIGHT MAJOR WASTE DISPOSAL
SITES IN MALMÖHUS LÄN, SWEDEN, AS VIEWED
FROM A HYDROGEOLOGICAL PERSPECTIVE.

Innehåll:

Abstract

ALLMÄN DEL

1. Inledning	1
2. Utlakning från avfallsupplag	
2.a. Omvandlingsprocesser	2
2.b. Kväveföreningar	3
2.c. Organiska ämnen	3
2.d. Tungmetaller	3
2.e. Geokemiska jämvikter	3
2.f. Grund- och markvattnets strömning	4
2.g. Spridnings- och utspädningsberäkningar	5
3. Dränering och behandling av lakvatten	
3.a. Dränering av avfallsupplag	7
3.b. Vidare behandling av lakvattnet	7
3.c. Geologins betydelse för grundvattenskydd och dränering	8

SPECIELL DEL

4. Beskrivning av upplagen	
4.a. Urvalsprinciper	10
4.b. Lundåkra	10
4.c. Filborna	11
4.d. Spillepengen	13
4.e. Hedeskoga	14
4.f. Ekeröd	15
4.g. Rönneholms mosse	15
4.h. Stavröd	16
4.i. Albäck	16
5. Balansberäkningar	
5.a. Hur termerna i vattenbalansen har bestämts	18
5.b. Resultat av beräkningarna	20
6. Diskussion	
6.a. Lokalisering	23
6.b. Lakvattenbehandling	24
6.c. Lakvattendränering	24
6.d. Ovidkommande vatten	25
6.e. Konstaterad lakvattenpåverkan	25
6.f. Utvärdering av upplagen	28
7. Slutsatser	31
Referenser	33

ALLMÄN DEL.

1. INLEDNING.

Under loppet av de senaste tio-tjugo åren har det kommit att stå klart för svenskarna att misskötseln av miljön kommer att leda till en total omvälvning av våra livsbetingelser. Hittills har man från ansvarigt håll såvitt jag förstår inte börjat skissa på det samhälle som ska uppstå ur det gamlas ruiner, eftersom det finns psykologiska och strukturella spärrar för att dra konsekvenserna av insikten. Emellertid har man under denna tid börjat uppmärksamma och utreda miljöproblemen, och även åtgärda dem i den mån det varit möjligt utan att störa det nuvarande samhällets funktion.

Ett sådant miljöproblem, långt ifrån det allvarligaste, är avfallshanteringen. Varje år deponeras i Sverige ca 55 Mton avfall (1), vilket på fyra dagar motsvarar hela befolkningens vikt. På tio år skulle svenskarna i denna takt slänga bort sopor lika tunga som hela mänskligheten. Från de ständigt växande avfallshögarna letar sig diverse substanser ut i naturen. Att minimera detta läckage kräver ju inget revolutionärt tänkande i stil med vad som skulle behövas t ex för att stoppa försurningen, och mycket riktigt anstränger man sig idag både att dokumentera och att minimera det.

Helt och hållet lyckas man dock inte. En urlakning av avfallet sker, genom regnvatten, genom inträngande grundvatten, samt genom vatten som bildas i avfallet när organiska ämnen bryts ner. Det så bildade lakvattnet samlas upp och blir mer eller mindre effektivt renat. En del lakvatten slinker emellertid ut och förenar sig orenat med naturens vatten. I denna uppsats studerat jag sådant läckage hos de större avfallsupplagen i Malmöhus län utifrån ett hydrogeologiskt perspektiv, dvs tonvikten ligger på de geologiska formationernas betydelse för dräneringen snarare än på t ex utformningen av uppsamlingsystem o dyl.

2. UTLAKNING FRÅN AVFALLSUPPLAG.

2.a) Omvandlingsprocesser.

Avfallet i landet fördelar sig på olika typer enligt fig 1. Som framgår är de stora posterna avfall från gruvindustri och lantbruk. Alla upplag som behandlas i denna uppsats drivs av kommunala bolag. I sådana upplag deponeras konsumtionsavfall (produktavfall), byggnadsavfall, slam från VA-verken, vilket innebär en årlig deponering av 7 Mton i hela landet (2). Huvuddelen (5,5 Mton/år) utgörs av hushållsavfall och industriavfall (1). Hushållsavfallets sammansättning återfinns i fig 2 - lägg märke till att det till största delen utgörs av organiskt material. Industriavfallets

Uppskattade avfallsmängder i Sverige.

Avfallsslag	Mängd (Mton/år)
Tillverkningsavfall	
Byggnadsavfall (vid nybyggen)	0,5
Restmassor från gruvbrytning och mineralberedning	20
Bark	1,2
Avfall och biprodukter från livsmedelsindustri (torrsubstans)	0,5
Processavfall	
Slam från kommunala avloppsrenings- verk (avvattnat till 20% TS)	1
Gödssel	16
Halm, blast och liknande avfall	10
Kemiskt avfall från baskemikalie- industri	0,06
Kemiskt avfall från stål- och verkstadsindustri	0,2
Konsumtionsavfall (produktavfall)	
Hushålls-, kontors-, och affärsavfall	2,5
Allmänt industriavfall	3,0
Avfallsolja	0,2
Bilvrak	0,15
Vitvaror (kylskåp etc)	0,02

Fig 1. (Ref 1).

Material	viktprocent
Papper	35 - 45
Plast	8 - 10
Köks/trädgårdsavfall	25 - 35
Glas	6 - 8
Textil, läder, gummi	2 - 4
Metaller	2 - 4
Trä	1
Övrigt	6 - 8

Fig 2. (Ref 3).

sammansättning skiftar från industri till industri och från upplag till upplag.

Regnvatten och annat vatten som letar sig in i en avfallshög blir bemängt med diverse vattenlösliga föreningar. Sådant vatten kallas lakvatten, och man försöker samla upp det för att hindra att föroreningarna sprids i terrängen. Ofta läcker emellertid en del lakvatten ut. Vissa föroreningar, särskilt vissa tungmetaller, tenderar då att fastläggas i marken och kan på så sätt "försvinna" i den meningen att man kanske inte spårar dem i de kontroller man gör ett stycke från upplaget (4). För den skull är de ju inte harmlösa, metalljonerna är ju kvar i marken och kan gå i lösning igen om förhållandena ändras. Andra ämnen är mindre benägna att fastläggas och följer med den allmänna vattenströmningen i marken (2).

2.b) Kväveföreningar (2).

I den syrefria miljö som råder på djupet i ett avfallsupplag bryts organiska kväveföreningar ner till ammoniak. Lakvatten kan innehålla kväveföreningar i olika stadier av nedbrytning. Dessa ämnen (inkl slutprodukten NH_3) oxideras när de når recipienten och förbrukar därvid syre. Kväveföreningar kan också stimulera alg tillväxten i recipienten. Denna blir mao eutrofierad. Utöver detta kan ammoniak och vissa organiska kväveföreningar i högre koncentrationer vara giftiga för vattenlevande organismer.

2.c) Organiska ämnen (2).

Organiska ämnen som når en recipient förbrukar syre då de bryts ner. När man bedömer miljöpåverkan från organiska ämnen i ett lakvatten gör man därför ofta så att man bedömer recipientens syrestatus och jämför denna med BOD och COD (mängden biologiskt resp kemiskt oxiderbart material) i lakvattnet. I så fall tar man ingen hänsyn till exakt vad för organiska substanser det handlar om. Många miljögifter, t ex PCB eller fenoxysyror, är ju organiska ämnen som utövar giftverkan redan i små koncentrationer. Med BOD- och COD-mätningar passerar sådana ämnen obemärkta. Många organiska föreningar adsorberas till jordpartiklarna och följer därför inte med i vattenströmningen. Adsorptionens storlek kan i många fall uppskattas med den s k Freundlichs adsorptionsisoterm (4).

2.d) Tungmetaller (4).

Många tungmetaller bildar komplex med humussyror i marken, varvid de kan fastläggas. Komplexbildningen styrs av kemiska jämvikter, dvs metallerna kan åter frigöras. Det finns en rad datorprogram som kan beräkna sådana jämvikter, men man kan också använda empiriska samband som fastställs från plats till plats. Många tungmetaller adsorberas till jordpartiklarna och följer därför inte med i vattenströmningen. Adsorptionens storlek varierar för olika metaller och olika jordarter, vilket representeras av koefficienter i den s k Langmuirs adsorptionsisoterm. Dessa koefficienter finns bestämda för en rad metaller och en rad jordarter.

2.e) Geokemiska jämvikter.

Det finns flera datorprogram som beräknar jämvikter i marken under

olika förhållanden, se ref 4. Ofta är de inriktade på någon särskild typ av jämvikt, t ex komplexbildning, jonbyte eller mineralvittring. Enligt ref 4, som skrevs för nio år sedan, fungerar de flesta av modellerna dåligt vid de låga koncentrationer det är fråga om vid läckage från avfallsupplag. Dessutom är (eller var 1983) många konstanter dåligt kända: från program till program kan värdena på jämviktskonstanter och Gibbs fria energier variera med flera 10-potenser.

2.f) Grund- och markvattnets strömning.

I modeller för förorenings-spridning (4) brukar man anta att markvatten, dvs vatten i markens omättade zon ovanför grundvattenytan, rör sig rakt nedåt ända tills det når grundvattenytan. I denna markvattenzon reduceras mängden av en förorening ofta mycket snabbt - det är i dessa ytliga skikt som jordens mikrobiella aktivitet är hög. Det är också här som det finns gott om humussyror som kan komplexbinda ämnena. Slutligen är kontakten mellan jordpartiklarna och vattnet god i denna zon eftersom vattnet rinner utmed porernas väggar. När förorenat vatten väl har nått grundvattnet kan däremot föroreningarna finnas kvar länge och transporteras långa sträckor.

Perkolationen genom markvattenzonen beror av följande saker:

Mängd tillfört vatten (nederbörd - avdunstning)

pF i jorden (som bl a beror på hur torr jorden är: ju torrare jord desto mer vatten "fastnar" i markvattenzonen)

Hydraulisk konduktivitet (se nedan).

Perkolationen genom markvattenzonen kan man uppskatta utifrån en vattenbalans: $X = -P - E - Y_t + \Delta S$, där flöden till den betraktade jordvolymen är positiva och flöden från jordvolymen är negativa. ΔS är förändring i markens innehåll av vatten och snö.

Denna balansekvation, fast i lite annan dräkt, återkommer jag till i uppsatsens speciella del.

Vattnets rörelse i marken beskrivs av Darcys lag (5):

$Q/A = -K d\Phi/dx$, där Q = vattenföring (m^3/s)

A = betraktad area vinkelrät mot x -riktningen

K = hydraulisk konduktivitet

Φ = vattnets potential.

Potentialen definieras som $\Phi = \Psi + z$, där Ψ är vattnets tryck och z dess höjd över en referensnivå. Som framgår kan man uppfatta potentialgradienten $d\Phi/dx$ som den drivande kraften bakom strömningen.

Darcys lag anger flödets storlek såväl i markvattenzonen som i grundvattenzonen. Beträffande flödets riktning brukar man anta att det i markvattenzonen är riktat rakt neråt. I grundvattenzonen antar man ofta att det är riktat horisontellt åt det håll som grundvattenytan lutar mot ("Dupuits antagande"). Den senare förenklingen är dock långt ifrån alltid riktig.

Av Darcys lag följer två intressanta ting. Det ena är att om grundvattenytan lutar så strömmar vattnet som om det ville utjämna denna lutning (det framgår matematiskt om man betänker att Ψ har samma värde överallt vid grundvattenytan, där nämligen vattnets tryck är lika med atmosfärstrycket). Det andra är att flödets storlek förutom av den drivande kraften bestäms av den sk hydrauliska konduktiviteten, vilken är empiriskt bestämbar.

Man bör vara medveten om att den hydrauliska konduktiviteten kan

variera starkt med djupet. För det första är den nämligen starkt jordartsberoende, och ofta ligger som bekant olika jordarter lagrade på varandra. För det andra är de översta decimetrarna eller så ofta mycket luckrare än djupare jordskikt, så att ytlagren kan få ett högre K-värde.

Den hydrauliska konduktiviteten minskar med minskande vatteninnehåll i marken. När man anger värden på konduktivitet för olika jordar avser man därför oftast den hydrauliska konduktiviteten vid mättnad. Denna kan bestämmas med hjälp av Darcys lag utifrån det att man provpumpar vatten ur en brunn och mäter grundvattenytans avsänkning i och runt brunnen. Man kan också använda tumregeln $K = 0,012d_{10}^2$, där K mäts i m/s och där d_{10} = jordens effektiva kornstorlek uttryckt som maskstorleken i mm hos en sikt som 10 % av materialet passerar (9).

I denna uppsats gör jag inga egentliga beräkningar med Darcys lag, bl a för att jag inte har uppgifter på hur K varierar med djupet. Jag använder däremot Darcys lag i diskussioner och tolkningar av avfallsupplagen. Den som intresserar sig för matematisk modellering av grundvattenströmning hänvisas till ref 4.

2.g) Spridnings- och utspädningsberäkningar (4).

Om man bakar samman föroreningsstillförelse, omvandlingsmodeller och modeller för vattenströmning i marken får man en spridningsmodell. Spridningsmodeller kan vara analytiska eller numeriska. De numeriska modellerna är som sig bör bättre än de analytiska, i den meningen att de kan ta hänsyn till fler variabler.

De flesta analytiska modeller tar inte hänsyn till omvandlingsprocesser. De brukar också förutsätta att geologin är alldeles homogen och markens geometri mycket enkel. Vidare är de flesta analytiska modeller endimensionella, dvs de beräknar föroreningshalten utmed en linje som representerar vattnets strömningsriktning.

Diverse numeriska modeller har utarbetats för att ta hänsyn till dessa saker. De enskilda modellerna fokuserar ofta någon speciell problemställning, t ex variationer i geologin, och hanterar på andra typer av problem sämre.

De numeriska metoderna är mycket dyrare än de analytiska, och för ett bra resultat krävs dels att programmet verkligen fungerar bra i alla väsentliga detaljer (ofta är adsorptionsrutinerna designade för höga föroreningshalter och kan slå helt fel vid de låga halter svenska soptippar brukar ge upphov till), dels att ingångsdata är riktiga. Infiltrationskapacitet, hydraulisk konduktivitet, dispersionskoefficienter, jämviktskoefficienter är exempel på ingångsdata som ofta är dåligt kända. Detsamma gäller omvandlingsprocesser.

Om själva de naturliga förutsättningarna är dåligt kända kan man naturligtvis inte få något bra resultat, och då är det onödigt att använda en dyr modell. Här kommer de enkla analytiska modellerna till heders. De kan åtminstone ge en grov uppfattning om förhållandena.

I denna anda har Statens naturvårdsverk (6) nyligen publicerat en enkel metod för att beräkna föroreningshalterna nedströms ett avfallsupplag. Inga omvandlingsprocesser beaktas. Förutsättningarna framgår av figur 3.

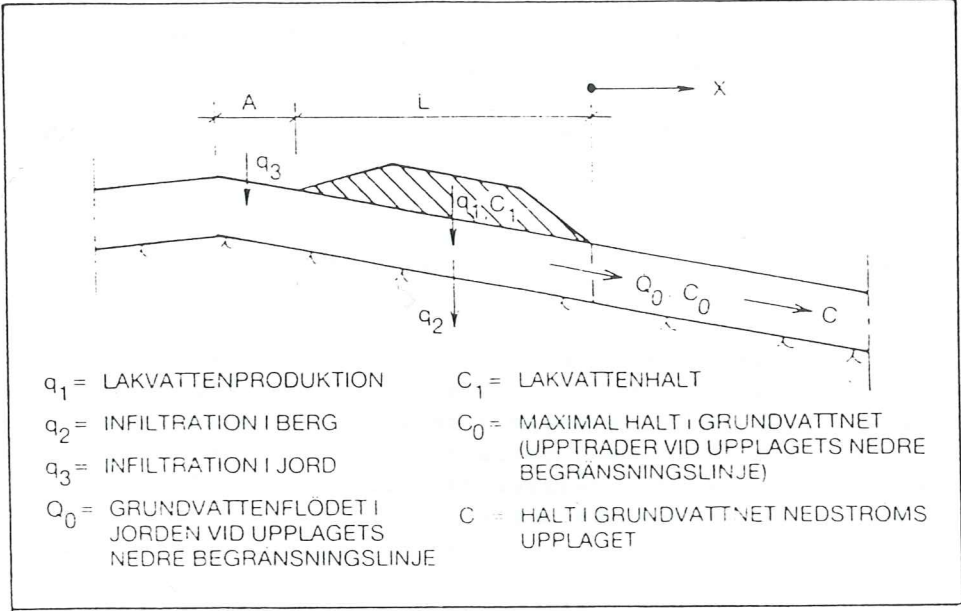


Fig 3. (Ref 6).

Lägg märke till att ingen dränering influerar grundvattenflödet kring upplaget. I modellen ingår inte tiden som parameter, utan modellen beskriver en sorts jämvikt mellan utlakning och utspädning. Förklaringen är att metoden är tänkt att användas vid riskbedömning av gamla upplag som man inte vet särskilt mycket om. De enda ingångsdata som används är

- lakvattenproduktion ($m^3/m^2 \cdot s$)
- infiltration i berg ($m^3/m^2 \cdot s$)
- infiltration i jord ($m^3/m^2 \cdot s$)
- koncentrationen av ämnet i lakvattnet
- avstånd mellan upplag och vattendelare
- upplagets längd i strömningsriktningen.

Modellen är närmare bestämt tänkt för riskbedömning med avseende på vattentäcker (grävd brunn i morän).

3. DRÄNERING OCH BEHANDLING AV LAKVATTEN.

3.a) Dränering av avfallsupplag.

Utöver nederbörden kan grundvatten från omgivningen tränga in i upplaget eller i dess lakvattensystem. Detta är i sig inte önskvärt, för det ovidkommande vattnet kommer då att blandas med lakvattnet och öka den mängd vatten som måste tas om hand, vilket gör hanteringen dyrare. Emellertid är det ju bättre att vatten utifrån tränger in i upplaget än att lakvatten tränger ut i omgivningen. Grundprincipen för dränering är därför att man vid upplagets kant håller lakvattnets yta lägre än den yttre grundvattenytan. På så sätt kan flödet enligt Darcys lag inte vara riktat utåt. Samtidigt får man då, särskilt om den naturliga jordarten är genomsläpplig, försöka bryta den hydrauliska kontakten med omgivningen så att inte alltför mycket vatten läcker in.

Ett vanligt sätt är att anlägga ett avskärande dike uppströms upplaget. Ytligare grundvatten rinner ut i diket och leds bort. Det djupare vattnet passerar under diket och går antingen förbi hela upplaget eller tränger in i upplaget eller dess dräneringssystem. I det första fallet får man se till att vattnet inte kontamineras med perkolerande lakvatten. I det andra fallet får man acceptera att mängden lakvatten till behandling ökar.

Om upplaget har förlagts till en vattendelare slipper man ifrån risken att stora mängder ovidkommande vatten läcker in. Av det skälet har man rekommenderat en sådan lokalisering. Ett problem kan då istället bli att lakvatten tränger djupt ner i marken och undandrar sig kontroll (5). Om å andra sidan upplaget ligger i ett utströmningsområde kommer kanske utläckt lakvatten att föras upp till något vattendrag innan det hunnit bli effektivt renat i marken. Ytterligare ett problem med en sådan lokalisering är naturligtvis att vatten kan tränga in underifrån.

Lakvatten kan samlas upp genom att man anlägger dräneringsrör under avfallet. Rören leder vattnet mot ett dike eller en uppsamlingsledning. Nivån i diket respektive trycket i ledningen kan hållas tillräckligt lågt genom att man pumpar bort vatten till ett utjämningsmagasin el dyl.

Ett annat sätt att samla upp lakvattnet är att anlägga dräneringsbrunnar i avfallshögarna och pumpa upp vattnet direkt därifrån.

Man försöker också hålla infiltrationen av nederbörd nere. Det vanliga förfarandet är att man lägger det nyinkomna avfallet i det sk tippsåret. När denna hög nått 2-3 m höjd täcker man den med schaktmassor el dyl och påbörjar ett nytt tippsår. Gräs och örter vandrar in över täckningen. Detta gör att så gott som hela upplagsytan utgörs av schaktmassor med ett glest täcke av lågvuxen växtlighet.

3.b) Vidare behandling av lakvattnet.

Hur lakvattnet renas är en fråga som egentligen ligger utanför ramarna för denna uppsats. Jag vill ändå snudda vid ämnet som hastigast, för grundproblemet - hur soptippar förorenar miljön - är ju inte löst även om allt lakvatten skulle ha samlats upp. Enbart en dränering destruerar inga miljögifter.

Ett vanligt sätt att behandla lakvattnet är att pumpa över det till ett vanligt reningsverk för avloppsvatten, i fall något sådant finns i närheten. Vattnet går då igenom de ordinära reningsprocesserna, och det kan man ju tycka skulle räcka. Emellertid har man ifrågasatt om de processer som används i reningsverk och utvecklats för dag- och spillvatten egentligen lämpar sig för att rena lakvatten från avfallsupplag. Man har framfört att lakvatten bl a innehåller organiska föreningar som är mer svårnedbrytbara än vad ett reningsverk klarar av. Kvaliteten på det vatten som släpps ut från ett reningsverk är visserligen kontrollerad med avseende på en mängd parametrar, men även om det färdigbehandlade vattnet klarar kontrollerna behöver det inte betyda att lakvattnet blivit effektivt renat. Det kanske bara har blivit utspätt med stora mängder dag/spillvatten.

En extra fördel kan man vinna med att skicka lakvattnet till reningsverk: utöver att vattnet renas och späs ut, så släpps det till sist ut i reningsverkets recipient, som förhoppningsvis är vald så att den klarar av en viss föroreningsbelastning.

Ett annat sätt är att rena lakvattnet är att låta det infiltrera antingen genom en färdigställd sandgrop eller genom naturlig mark. Vid Måsalyske avfallsupplag vid S:t Olof (7) har man sedan 1987 låtit vattnet infiltrera i dammar och sedan överfört det till infiltrationsdiken varifrån det självt får söka sig vidare i marken. Vid utvärderingen 1988 fann man att kväveföreningar oxiderades under transporten i marken. På sin väg till recipienten (en bäck) passerar vattnet ett sumpområde, och man hoppas i utvärderingen att kvävet där ska reduceras till kvävgas.

En ny metod som med framgång tillämpas vid Rönneholms mosse (se uppsatsens speciella del) är att använda vattnet till att bevattna en plantering, t ex energiskog, i upplagets närhet. Tanken är då att vattnet ska upptas i biomassan.

Ytterligare en metod som förekommer är att sprida ut lakvattnet över upplagets yta. Idén är att vattnet ska hjälpa till att kompostera avfallet. När temperaturen stiger till följd av komposteringen ska överflödigt vatten avdunsta. Metoden användes på 1970-talet bl a på Hyllstoftaupplaget vid Klippan (8), men här liksom på andra håll fick man överge den eftersom vattenmängderna trots allt ökade hela tiden och lakvatten till sist bokstavligen svämmade över. Metoden är dock fortfarande i bruk på Ekerödupplaget och fungerar bra där, beroende på speciella omständigheter (se uppsatsens speciella del).

3.c) Geologins betydelse för grundvattenskydd och dränering (6).

Avfallsupplag anläggs helst på underlag som är någorlunda svårgenomträngliga så att vattenutbytet med omgivningen minimeras. $K \leq 10^{-7}$ m/s har rekommenderats. Det förekommer också att man lagt ett tätande material, t ex gummiduk, i botten på tippen för att minska vattenutbytet ännu mera, men det har visat sig att effektiviteten hos sådana tätningar minskar starkt efter någon tid.

Även om de övre jordlagren under upplaget är ganska täta kan det finnas mera permeabla bildningar undertill - i mitt material gäller detta i varje fall fyra av upplagen. Om de här undre akvifererna har stor utsträckning åt sidorna blir det viktigt att se till att de inte kontamineras, eftersom djupt grundvatten ofta har lång väg innan det når en recipient och eftersom fastläggnings- och nedbrytningsprocesserna inte är så effektiva på större djup.

Om det finns flera akviferer på olika höjd bör vattnet i den undre

akvifären ha en piezometrisk nivå som hela tiden är högre än den övre akvifärens vattenyta. I det fallet finns det ingen strömning från det övre till det undre magasinet. Å andra sidan får man troligen ett inläckage av ovidkommande vatten. Förhållandena kan naturligtvis variera både i tiden och mellan olika delar av upplaget, så att både uppåtriktat och nedåtriktat flöde förekommer vid samma upplag.

SPECIELL DEL.

4. BESKRIVNING AV UPPLAGEN.

4.a) Urvalsprinciper.

I denna del av uppsatsen studeras ett antal avfallsanläggningar med avseende på hur dräneringen av dem fungerar och vad för inverkan de tycks ha på omgivningen. Jag avgränsar mig till att behandla de större kombinerade avfallsupplagen i Malmöhus län, eller mera precist: de tippar som tar emot avfall från både industrier och hushåll och som har givits tillstånd till sin verksamhet av Koncessionsnämnden för miljöskydd. Det senare villkoret innebär att de omhändertar minst 75.000 ton avfall om året. I undersökningen ingår även Rönneholms mosses avfallsupplag som numera bara tar emot industriavfall, men som tidigare även tagit hushållsavfall. Lakvattenhanteringen på Rönneholms mosse är nämligen så speciell att jag tycker det vore synd att inte låta den ingå. Sammanlagt består materialet av åtta upplag.

4.b) Lundåkra.

Lundåkra avfallsupplag ligger i Landskrona invid Lundåkrabukten, se bil 1. Upplaget är placerat på en utfyllnad i havet gjord av lera som muddrades upp när man byggde en hamnbassäng (ref L1). Upplaget drivs av Landskrona-Svalöv Renhållnings AB (LSR). Avfall från både hushåll och industrier deponeras här, och en del av avfallet innehåller stora mängder tungmetaller (ref L1). Lakvattnet pumpas över till Landskronas avloppsreningsverk. Upplagets yta är 35 ha.

Jordarten omedelbart under upplaget utgörs som nämnts av lera. Under leran samt omkring tippen består jorden av sandig grovmo underlagrad av moränlera (ref L2). Moskiktet är som mäktigast väster om tippen, se bil 2. Havet ligger omedelbart intill, och av den uppmuddrade leran har man byggt en ca 1 m hög vall, på utsidan klädd med plastduk, för att hindra kontakt. Den nederbörd som faller på vallens utsida avgår som ytavrinning till ett yttre dikessystem som löper runt upplaget. Detta dikessystem mynnar direkt i Lundåkrabukten (ref L3).

I botten på upplaget har man lagt dräneringsrör för lakvatten. Rören mynnar i ett inre dike. Lakvattnet i detta dike pumpas till det angränsande reningsverket (ref 4). Pumpningen anpassas så att nivån i diket hålls konstant på havsytans medelnivå (ref5). Inflödet av ovidkommande vatten ska på detta sätt begränsas till grundvattenflöde från land.

Det är inte alldeles klart hur grundvattnet rinner i området kring upplaget. Den 26/2 1991 mättes vattennivåerna i de med G markerade punkterna i bil 3. De punkter som har dubbel siffra ligger inne på tippen, de övriga strax utanför. Vattennivåerna är utmärkta på kartan. Här en översikt:

Väderstreck	i upplag	utanför upplag
NV	+0,71 (G11)	+0,68 (G1)
NO	+0,52 (G22)	+0,63 (G2)
SO	+0,72 (G33)	+0,67 (G3)
SV	+0,70 (G44)	+0,57 (G4)

På kartan bil 3 har man också lagt in fyllda pilar för att markera det yttre grundvattnets strömningsriktning. Dock framgår det inte vilket tillfälle pilarna avser - kartan är nämligen ursprungligen från 1982 och har reviderats flera gånger, och jag vet inte vid vilken revision pilarna lades in. De ovan redovisade vattenståndsvärdena har i alla fall för liten variation för att det ska vara meningsfullt att interpolera fram någon strömning utifrån dem.

Vad man däremot kan konstatera är att på tre av dessa fyra kontrollställen är vattenståndet inom tippen högre än vattenståndet utanför, vilket innebär att det finns en potential för utläckage av lakvatten. Bara i nordost är förhållandet omvänt.

1986 upptäckte man att företaget ScanDust deponerade cyanidhaltigt avfall på Lundåkratippen, vilket inte omfattades av koncessionen. Sedan det hela upptäcktes har depositionen naturligtvis upphört, men man har inte grävt upp avfallet. Man har inte konstaterat någon cyanidkontamination i omgivningarna (ref L4).

4.c) Filborna.

Filborna avfallsupplag ligger vid korsningen E6-E4 strax utanför Helsingborg (bil 4). Upplaget, som har varit i drift sedan 1950-talet, drivs numera av Nordvästra Skånes Renhållnings AB (NSR). Hela upplaget har en yta på 86 ha, fördelat på två områden kallade Etapp 1 och Etapp 2, 52 resp 34 ha. Bara Etapp 1 är i drift. Man har under 1991 börjat förbereda Etapp 2 för användning genom att man har börjat avleda dess grundvatten till Väla bäck (se bil 5) (ref F1). Avfallet, som utgörs av både hushålls- och industriavfall, läggs i pallar om 2-3 m höjd, varefter det kompakteras. Vid slutet av varje arbetsdag täcks avfallet med schaktmassor (ref F2).

Filbornaupplaget ligger på en flack höjdrygg orienterad i NV-SO. Ryggen ligger 6-8 m över den omgivande terrängen, som sluttar svagt mot norr. Jordarna (ref F3) i detta område består huvudsakligen av lermorän. Här och var, t ex vid Väla bäck, överlagras denna av grunda sandsediment. Vid Väla och Björka (se bil 4) finns sandigt-grusigt isälvsmaterial under moränen. Lermoränen är på de flesta ställen 2-6 m mäktig, men här och var är den ännu tjockare (ref F3). Precis vid upplaget är sandlinserna ställvis mäktiga, se bil 6.

Berggrunden (ref F3) är från Rät-Lias-tid och utgörs av leror, lerstenar, lerskifferar och skifferleror som är växellagrade med sand- och mostenar. Berget är på många ställen dåligt konsoliderat. De dåligt konsoliderade sand- och mostenarna kan vara starkt vattengenomsläppliga: de mest permeabla mostenarna har en hydraulisk konduktivitet i storleksordningen 10^{-4} m/s. Lerorna och skifferarna är täta. Många förkastningar genomsätter trakten, och även förkastningssprickorna kan vara vattenförande. Sammanfattningsvis är berggrunden betydligt mer vattenförande än jordlagren.

Grundvattnet kring Filbornaupplaget föreligger alltså (ref F3) i många mer eller mindre skarpt åtskilda magasin, huvudsakligen av sand- och mosten. De många förkastningarna gör bilden ännu mer mosaikartad. De olika magasinen har dålig kontakt med varandra, vilket framgår av att grundvattnets kemiska sammansättning varierar starkt mellan olika provborror (F3). Att kontakten är dålig framgår också av att vattnets tryck skiljer sig markant från provhål till provhål (se fig 4). De data som finns i figuren visar att de djupare provpunkterna i detta fall har högre vattentryck än de ytligare, men materialet som helhet visar inget klart sådant mönster. Enligt muntligt meddelande från driftschef Per Möller misstänker man att grundvatten läcker in underifrån på ställen där upplaget vilar direkt på sandstenen.

Borra	Markyta	Djup i m	Jorddjup i m	Tätad del av borra i m	Öppen del av borra i m	Vattenyta 36.08.1	
						i m ö.k.rör	nivå
B1	+48,83	78	6	0-30	38-78	22,85	+26,76
B2	+48,88	21	6	0-17	17-21	5,81	+43,21
B3	+44,75	40	0	0-28	30-40	12,01	+33,55
B4	+44,79	10	0	0-4	4-10	3,37	+42,09
B5	+43,87	40	18	0-28	30-40	5,11	+39,51
B6	+43,87	12	18	0-6	6-12	3,12	+41,25

Fig 4. (Ref F3).

När man utförde provborrningarna som skildras i fig 4 passade man på att pumpa upp vatten för att bestämma brunnarnas kapacitet. Resultatet säger en del om hur skiftande förhållandena är:

B1	150 l/min
B2	120 l/min
B3	200 l/min
B4	20 l/min
B5	mycket riklig
B6	mycket låg

B4 och B6 är de enda av brunnarna som ligger i öppna magasin, B4 i berget och B6 i moränen. B6 som ligger i lermorän har mycket låg kapacitet vilket visar att jordens vattenförande förmåga är liten. Den mycket rikliga vattenföringen i B5 tolkades så att brunnen ligger i en vattenförande spricka i berget. Ytvatten i området rinner naturligt mot nordväst och nordost till Vege å som i sin tur mynnar i Skälderviken. Väla bäck rann tidigare mot nordväst inne på vad som nu är upplagsområdet. Den är numera avledd så att den rundar upplaget i en fåra som på botten är klädd med plastduk. Det ytliga grundvattnet rinner strax under markytan och avbördas som ytvatten via Väla bäck och Tostarpsbäcken. Det djupare grundvattnet rör sig mycket långsamt i horisontalled.

Lakvattnet (ref F4) samlas upp i avskärande diken i norr, väster och söder om upplaget. Dessa diken har legat något för högt, och man har därför nyligen fördjupat det västra diket, som tar emot det största vattenflödet, med en dryg halvmeter. På tippens norra sida har man inte fördjupat diket utan istället sänkt den inre grundvattenytan genom att anlägga pumpbrunnar. Dräneringsledningar under avfallsmassorna finns inte, beroende på att upplaget togs i bruk i ett mindre miljömedvetet tidevarv - från början fanns inte ens de avskärande lakvattendikena, utan de grävdes först på 1970-talet. Lakvatten rinner sedan med självfall i ett rör, i vilket även lakvattnet från det angränsande Rökilleupplaget förs, till Helsingborgs avloppsreningsverk. Man har (ref F5) påbörjat ett försök att använda lakvattnet till att bevattna en energiskogsplantering inne på området, men försökets omfattning är fortfarande mycket liten.

För några år sedan konstaterade man (ref F5) att den inre

grundvattenytan i vissa delar av upplaget höll på att stiga. Anledningen är okänd. Kanske hade man deponerat för mycket slam på just dessa ställen, eller kanske mellanskikten mellan uppläggningspallarna var för täta så att vatten stängdes in. Man har nyligen gjort borrhål för att pumpa upp vattnet på dessa ställen.

I kontrollprogrammet för Filbornaupplaget föreskrivs rutinmässiga kontroller av olika parametrar i ytvatten och ytligt grundvatten runt upplaget. Djupare grundvatten kontrolleras inte enligt nuvarande program, men ett nytt är på gång. Man har konstaterat en påverkan i punkten G4 men är inte alldeles säker på att den härrör från tippen (ref F4). Vattnet i de olika provpunkterna har som ovan nämnts starkt varierande kemi, vilket gör det svårare att observera en eventuell lakvattenpåverkan. Alla brunnarna utom B6 visar en sammansättning som stämmer med hydrogeologiska kartans beskrivning (ref F3).

4.d) Spillepengen.

Spillepengens avfallsupplag ligger på gränsen mellan tre kommuner: Malmö, Lomma och Burlöv. Det drivs av Sydvästra Skånes Avfalls AB (SYSAV) (bil 7 och 8). Både industri- och hushållsavfall deponeras på upplaget, som varit i drift sedan 1976 (ref Sp1). Det ursprungliga upplaget delades in i fem etapper (se bil 9) som efterhand har avslutats och återställt. Hela det ursprungliga upplaget är idag avslutat och täckt med schaktmassor och matjord och nästan helt gräsbesätt. Man har börjat anlägga ett nytt upplag ute i havet bredvid det gamla. Det nya upplagets första etapp är färdig och togs i drift den 2/4 1990. Det gamla upplagets yta är ca 47 ha.

Av bil 9 framgår dräneringssystemet för det gamla upplaget. Runt de olika etapperna löper dräneringsledningar. Ungefär mitt på upplaget där ledningarna möts ligger en pumpstation som pumpar lakvattnet till Sjölunda avloppsreningsverk. Efter rening går vattnet ut i Öresund. Huruvida detta är det bästa sättet att hantera lakvatten har diskuterats i avsnittet "Vidare behandling av lakvattnet"; i varje fall är ju Öresund en stor recipient. När dräneringssystemet anlades gjorde man också brunnar inne på de olika etapperna för att kunna pumpa upp lakvatten istället för att använda dräneringsledningarna. Under upplagets hela existens har man dock bara använt ledningssystemet (ref Sp1).

Jordarten kring upplaget är lermorän (ref Sp1). Som skydd mot och för havet har man byggt en skyddsvall av lera och fiberduk mellan lakvattenledningen och havet. Man pumpar upp lakvattnet i sådan takt att lakvattenytan nära havet ligger strax under havsytans nivå. Alnarpsströmmen, den stora grundvattenreservoaren som löper genom södra Skåne, går under Spillepengen på ett djup av 30-40 m, och man kan tänka sig att lakvatten kan leta sig ner dit.

Spillepengen har som nämnts varit i drift sedan 1976, och de första åren transporterades stora lakvattenmängder till reningsverket. En stor del av detta utgjordes av inträngande grundvatten. För att minska reningskostnaderna började man år 1980 att minska pumpningen av lakvatten, och man fastställde att vattennivån i ledningarna skulle hållas minst 0,3 m lägre än grundvattennivån utanför upplaget. På så sätt skulle man minska men inte eliminera grundvattenytans lutning och därmed inflödet av ovidkommande vatten (ref Sp1). Man har tyckt det slog väl ut, och fortfarande gör man på detta sätt.

1983 utvärderades lakvattensystemet (ref Sp1) och man konstaterade då att så gott som hela tiden sedan starten hade lakvattensystemets yta legat under både den yttre grundvattenytan och Alnarpsströmmens piezometrisk yta. Vid enstaka tillfällen hade man funnit förhöjda

halter av fosfor, kväve eller bakterier på någon punkt i ytligt grundvatten, men i det stora hela tycktes inget nämnvärt utläckage förekomma. Man utförde också en beräkning av hur mycket lakvatten som borde bildas, och det visade sig att de mängder vatten man pumpade till reningsverket var mycket större än de beräknade lakvattenmängderna. Med andra ord skedde en tydlig inströmning av grundvatten utifrån.

1989 gjordes en ny utvärdering på liknande sätt (ref Sp1). Man hade då haft fem ovanligt nederbördsfattiga år i rad. Man hade också efterhand täckt stor delar av upplaget med täta massor. Båda dessa faktorer reducerade tillförseln av vatten till avfallet. Man fann att sedan 1983 låg mängden utpumpat vatten ganska konstant på ca 1,5 ggr den beräknade mängden bildat lakvatten. Under 1989, alltså det sista år som utvärderingen innefattar, är mängden utpumpat vatten dock märkbart lägre än väntat. Man tolkar detta som en ackumulerad effekt av flera års torra och täckning.

1989 gjordes också en sammanställning av de vattenståndsobservationer som utförts fortlöpande under 80-talet (ref Sp1). Man har då mätt vattenståndet i ett stort antal borrhör i och strax utanför upplaget. De flesta observationsrören gick bara ner i det ytligare grundvattnet, men några gick ner i Alnarpssedimenten. Även vattenståndet i dräneringssystemets brunnar observerades. Det visade sig att lakvattennivån i upplaget i stort sett varit högre än i dräneringssystemet. Dräneringssystemets nivå har för det mesta varit lägre än den yttre grundvattennivån och Alnarpsströmmens tryckyta. Man menade därför att inget lakvatten hade läckt ut. Undantaget var tippens gräns mot Sege å och Öresund. Där hade dräneringsledningarna dämts upp flera gånger med kraftigt höjd vattennivå som följd.

4.e) Hedeskoga.

Hedeskoga avfallsupplag ligger 4 km nordnordväst om Ystad, 700 m väster om väg 13 (bil 10). Upplaget drivs av Avfallsaktiebolaget Sjöbo, Skurup och Ystad (ASSY). Man deponerar både hushålls- och industriavfall. Upplaget har varit i drift sedan 1973. Upplaget är indelat i fem områden kallade område A-E. Områdena A-D är numera avslutade och baraområde E är i drift (bil 11). Område E:s yta är 10 ha.

Jordlagren (ref H1) i området består huvudsakligen av moränlera - sand och grus - moränlera. De lokala variationerna är dock stora. Inom områdena A, B och E förekommer låglänta partier med torv, dy och gyttja. I dessa partier har man djupdränerat och fyllt ut med "inerta massor", dvs moränlera, så att markytan kommit upp i omgivningens nivå, detta för att inte avfallet ska komma i direkt kontakt med grundvatten (bil 12).

Området avvattnas (ref H1) i västlig riktning mot ett nord-sydligt dike som mynnar i Bjärsjöholms mosse, som har förbindelse med Östersjön genom ett täckdike. Här finns två grundvattenmagasin, nämligen ett i de övre jordlagren som i stort sett följer topografin, och ett mindre magasin i sand- och gruslagren. Koncessionsnämnden skriver också (fast utan motivering) att "det kan antas att läckaget från det övre magasinet, inklusive läckage av lakvatten från befintligt upplag, till det undre är obetydligt" (ref H1).

Lakvatten från Hedeskogaupplaget samlas upp i ett dräneringssystem som ligger under lägsta uppträdande grundvattenyta. Lakvattnet pumpas till Ystads kommunala avloppsreningsverk.

Ovidkommande ytvatten leds bort i ett särskilt ytvattendike väster om

upplaget.

Man har oroat sig för utlakning av tungmetaller från Hedeskogaupplaget (ref H2), och för att minska utlakningen försöker man hålla mängden perkolerande lakvatten nere genom att lägga upp avfallet i 2,5 m höga pallar och sen täcka varje pall med 15-20 cm schakt- eller rivningsmassor. I slutet av varje arbetsdag täcker man tipsåren med presenningar.

4.f) Ekeröd (ref E1).

Ekeröds avdallsupplag ligger vid Höör och drivs av Mellanskånes Renhållnings AB (MERAB) (bil 14). Upplaget har en yta på 5,6 ha.

Den dominerande jordarten i området är en siltig sandig urbergsmorän. Det förekommer partier av sand och torv. Alla provborrhorna har dock ett tjockt moränskikt i botten. Berg i dagen saknas (bil 15). Moränens permeabilitet är i storleksordningen 10^{-8} m/s.

Ekerödupplaget ligger omedelbart söder om en vattendelare, och grundvattnet strömmar söderut från denna (se bil 15). Detta läge är gynnsamt ur den synpunkten att man slipper problem med inträngande grundvatten - upplaget ligger ju "högst upp" i dräneringsområdet och mottar inget grundvatten utifrån.

Lakvattnet omhändertas i ett avskärande dike längs upplagets sydkant. På Ekerödupplaget recirkuleras lakvattnet, dvs det återbördas till en infiltrationsdamm längs med upplagets norra del (alltså uppströms) samt en mindre volym till en damm mitt på upplaget (bil 16). Vattnet får så åter passera genom avfallet. Som jag nämnde i den allmänna delen har man på andra håll fått överge denna metod därför att lakvattenmängderna ökat okontrollerat. På Ekerödupplaget fungerar dock metoden bra. Man har angett tre orsaker till detta:

- Tippens läge vid vattendelaren (inget extra grundvatten tillförs)
- Avfallet kompakteras inte
- Man lägger genomsläppliga jordarter mellan avfallsskikten.

4.g) Rönneholms mosse.

Detta upplag ligger på Rönneholms mosse vid Stehag (bil 17). Det drivs av Mellanskånes Renhållnings AB (MERAB). Man deponerar numera bara industriavfall men fram till för några år sedan deponerades även hushållsavfall, så organiska ämnen förekommer i avfallsmassorna. Livsmedelsindustrin Felix deponerar på detta upplag. Regionens hushållsavfall deponeras på Lundåkraupplaget i Landskrona. Upplagets yta är 13,2 ha.

Rönneholms mosse är en högmosse (ref R1), vilket innebär att inget vatten tillförs mossen utifrån förutom nederbörden - men det kan naturligtvis tänkas att upplaget, som bara upptar en mindre del av hela mossen, tillförs vatten från andra delar av denna. Lagerföljden ser enligt ref R2 ut så här: överst ligger ett 2-5 m mäktigt torvskikt överlagrande ett skikt om 0,5-1 m kalkgyttja som i sin tur överlagrar friktionsmaterial i form av sand och mo med inslag av lera. Under det heterogena lagret av friktionsmaterial finns morän och därunder ligger berggrunden av lerskiffer (ref 17). Bil 18 ger en lite annorlunda bild: här förekommer gyttjan bara längst i söder och då i ett tunt skikt.

Grundvattenytan (ref R2) i området kring upplaget lutar svagt mot öster, alltså mot Rönne å. Lokalt vid tippen strömmar emellertid grundvattnet från söder och avviker sedan västerut mot ett utloppsdike som mynnar i Rönne å (bil 18). Kalkgyttjan är, fortfarande enligt ref R2, mycket tät, och man har försökt kapsla in tippen genom att längs dess västra gräns göra en tätning av lera som går ända ner till kalkgyttjan. Emellertid saknas gyttjeskiktet i upplagets nordvästra hörn, så där kan vatten passera.

Vad beträffar lakvattenbehandlingen så skiljer sig Rönneholms mosse från resten av mitt material, fast liknande försök förekommer på Filbornaupplaget. Man använder ett s k MV-system (= "lakvattenbehandling i mark- och vegetationssystem") utvecklat i samarbete med Växtekologiska institutionen i Lund (ref R4). Lakvattnet samlas upp i diken och leds till en lakvattendamm i vilken det syresätts med roterande luftare (se bil 19). Lakvattnet får sedan bevattna en energiplantering som löper runt upplaget. Planteringen består av Salix-arter och hundäxing. Vattnets innehåll av kväve och fosfor förbrukas av växtligheten, och även själva vattenmängden minskar. Lakvattnet är redan från början fattigt på tungmetaller, så dessa utgör inget problem i sammanhanget. Under vinterhalvåret när växtligheten vilar lagras lakvattnet i dammar för att spridas följande sommar.

4.h) Stavröd.

Stavröds avfallsupplag ligger vid Hörby och drivs av Mellanskånes Renhållnings AB (MERAB) (bil 20). Man deponerar både hushålls- och industriavfall. Ytan är på 3,6 ha.

Topografin i området är kuperad, som framgår av bil 21. I figuren är även själva avfallshögen markerad med höjdkurvor. Jorden (ref St1) består, under en blockig och stenig yta, av morän med skiftande sammansättning och en permeabilitet som varierar mellan 10^{-4} och 10^{-8} m/s. I lågområdet i sydöst finns en något tätare, något siltig morän över en mer genomsläpplig grusmorän. Vid markytan ligger ett högst 0,5 m tjockt skikt av humus och torv. Berget, som är tätt, har påträffats på nivån 118,4 m.

Grundvattnets strömningsriktning framgår i bil 21. Man har anlagt avskärande diken för att avleda tillströmmande vatten. År 1987 framförde VIAK att dessa diken var för grunda (ref St2). Grundvatten rann in under upplaget och blandades med perkolerande lakvatten. Det starkt utspädda lakvattnet samlas upp via dräner till en lakdamm och pumpas till Hörbys reningsverk.

4.i) Albäck.

Albäcks avfallsupplag ligger i västra Trelleborg mellan Albäcken och Bäckaskolan (bil 23). Det drivs numera av Sydvästra Skånes Avfalls AB (SYSAB). Upplaget har använts sedan 1953, och det är den norra delen som är i drift numera. Det nuvarande upplagets yta är 17 ha.

Albäckupplaget ligger i ett flackt slättlandskap med höjder på +1,0 - +2,5 m. Lagerföljden (ref A1) är enhetlig: Överst ca 0,5 m mylla som överlagrar sediment, huvudsakligen siltig sand. Sedimentskiktets mäktighet är 0,5 till 3 m. Under sedimenten ligger ett 4-5 m tjockt moränskikt som överlagrar kalkberget. Moränen består i allmänhet i sina övre delar av lerig siltig morän och därunder moränlera som ibland kan vara något siltig (ref A2). Berget är vattenförande. Vid 1975 års undersökning hade berggrundvattnet högre tryckyta än

jordgrundvattnet (ref A1).

Grundvattnets strömningsriktning (ref A2) skiftar inom upplaget. Både nordlig, sydlig och östlig strömning har noterats. Man hade tidigare problem med inläckage av ovidkommande grundvatten. Man anlade då ett dräneringsrör utmed upplagets norra gräns. Vattnet i detta rör pumpas över till ett ytvattenavloppssystem. Vid det senaste mättillfället jag har data ifrån var strömningen mot nordväst (bil 25).

Lakvattensystemet (ref A2) (bil 24) omfattar i princip tre dräneringsstammar med öst-västlig riktning. En ledningsstam ligger i nuvarande upplags södra del, dvs vid gränsen till den gamla soptippen, en andra stam går utmed nordgränsen, och den tredje ledningsstammen går mitt i deponeringsområdet. Det uppsamlade vattnet pumpas till Trelleborgs spillvattennät.

Utmed dräneringens yttersida har man lagt en tätande skärm av plastfolie som dragits hela vägen ner till moränleran för att bryta den hydrauliska kontakten med omgivningen. Motiveringen var att på grund av den heterogena lagerföljden sjunker grundvattenytan på vissa lokaler kraftigt vid torra, ibland ner till under havsytans nivå (ref A3).

5. BALANSBERÄKNINGAR.

5.a) Hur termerna i vattenbalansen har bestämts.

För de upplag där det varit möjligt har jag ställt upp en vattenbalansberäkning för ett år för att se om upplagen har haft ett utflöde eller inflöde av grundvatten under året. På så sätt får jag en låt vara mycket osäker indikation på eventuell miljöpåverkan.

Ett upplag som tar emot större mängd vatten än vad som avgår till lakvattensystemet eller som avdunstning kan förväntas läcka ut vatten till omgivningen och kontaminera denna. Vid ett upplag som å andra sidan tar emot mindre vatten via nederbörden än vad det avger till lakvattensystemet och atmosfären kan det tänkas föreligga ett inflöde av grundvatten till tippen. Detta behöver dock i och för sig inte betyda att inget lakvatten läcker ut, bara att inflödet av grundvatten är större än utflödet av lakvatten. Man får också hålla i minnet att det bildas vatten när organiskt avfall bryts ner, och storleken på detta vattentillskott är mycket svårbestämd.

En vattenbalans ekvation för ett givet volymsystem har den generella formen

$$P + E + R + \Delta S = 0, \text{ där}$$

P = nederbörd, E = evapotranspiration, R = avrinning och tillrinning och ΔS = magasinering. Alla termerna räknas positiva om de innebär en ökning av systemets vatteninnehåll, negativa om de innebär en minskning. Det system för vilket jag ställer upp balansen definierar jag som själva avfallsmassorna plus dräneringssystemet för lakvatten fram till dem punkt där detta lämnar upplagsområdet. Med denna definition ingår inte ytavrinning i systemet, ej heller diken för ovidkommande vatten utanför avfallsområdet. Neråt begränsas systemet av tippens underlag, dvs den naturliga marken.

För att överhuvudtaget kunna använda balans ekvationen har jag måst sätta $\Delta S = 0$. Jag bortser därmed från 1) att avfallets vattenhalt kan ha ändrats under året, 2) att det avfall som tillförts under året innehållit vatten och 3) att vatten nyskapats genom avfallets nedbrytning. Dessa faktorer måste vi ha i minnet när vi diskuterar resultaten.

Nederbörden har jag i de flesta fall tagit från någon närbelägen SMHI-station.

Avdunstningen från marken har jag beräknat i två steg. Först har jag med Thornthwaites formel beräknat den potentiella evaporationen. Den verkliga evaporationen bör vara mindre än den potentiella eftersom avdunstningen begränsas av tillgången på vatten i marken. Jag har därför utifrån den potentiella evaporationen uppskattat den verkliga med följande metod (10):

Om fuktigheten (w) i marken ner till en meters djup överstiger det kritiska värdet w_0 är avdunstningen (E) ohämmad, dvs lika med den potentiella (E_0). Vid lägre fuktighet hämmas avdunstningen.

Grundformeln blir

$$\begin{cases} E = E_0 \cdot w/w_0 & , w < w_0 \\ E = E_0 & , w \geq w_0. \end{cases}$$

Denna grundformel har jag tillämpat för varje månad av det studerade året, varvid jag har beräknat w som $w = (w_1 + w_2)/2$, där w_1 och w_2 är

markens vattenhalt vid månadens början resp slut. Som utgångspunkt har jag antagit att vattenhalten vid årsskiftet uppgick till fältkapaciteten (w_k). Jag har sedan successivt räknat fram w -värdena vid de följande månadsskiftena med hjälp av balansekvationen

$$r = E + \Delta w + f, \text{ där } r = \text{nederbörd under månaden}$$

$$E = \text{evaporation (verklig) under månaden}$$

$$\Delta w = w_2 - w_1$$

$$f = \text{avrinning under månaden.}$$

För f gäller: $f = \eta(r) \cdot w$

där $\eta(r) = r/w_k \cdot (\mu^2(1-(1-E_0/r)^2) + (1-E_0/r)^2)^{1/2}$, r större än E_0
 $\eta(r) = \mu r/w_k$, r mindre än E_0 .

μ är en dimensionslös avrinningskoefficient.

Om vi inför beteckningen $\lambda = E_0/w_0$ får vi nu, för det fallet att w är mindre än w_0 , ekvationssystemet

$$\begin{cases} E = \lambda w \\ r = E + \Delta w + \eta(r)w . \end{cases}$$

Insättning av $w = (w_1+w_2)/2$ och $\Delta w = w_2 - w_1$ ger

$w_2 = (r-Gw_1)/H$, där $G = (\lambda+h)/2 - 1$ och $H = (\lambda+h)/2 + 1$,
dvs $H = G + 2$.

Med detta w_2 -värde kan så månadens w räknas fram. w_2 -värdet får sedan tjäna som w_1 -värde för nästa månad.

Metoden kräver att man känner eller uppskattar värden på avrinningskoefficienten μ , fältkapaciteten w_k och den kritiska vattenhalten w_0 . Jag har satt $\mu = 0,2$, som är det värde Budyko rekommenderar för områden norr om 45:e breddgraden. Fältkapaciteten har jag gett värdet $w_k = 250$ mm, vilket enligt ref 11 motsvarar "sandy loam".

Budyko anger också lämpliga värden på w_0 för olika regioner i Sovjet. Jag har valt att sätta $w_0 = 170$ mm (lämpligt för zonerna med skogsstäpp, stäpp och halvöken på våren; i skogszonen har han lite lägre värden. Avfallsupplagen är i regel bevuxna med örtartade växter. Träd och buskar saknas, och bristen på djupa rötter bör göra avdunstningsprocessen mera känslig för torra än om det varit fråga om en skog). Ref 11 anger en för Storbritannien lämplig metod att uppskatta w_0 utifrån vegetationstyp och fältkapacitet; om jag räknar med $w_k = 250$ mm och klassar växtligheten som "permanent grassland" får jag $w_0 = 150$ mm, alltså någorlunda likt Budykos värde.

Den återstående termen i balansekvationen är avrinningen. Denna består av en känd del som utgörs av det lakvatten som under året tagits om hand av lakvattensystemet, samt av en okänd del som utgörs av grundvattenutbytet mellan deponin och omgivningen. Det är denna okända del jag söker.

På två av upplagen recirkulerar man lakvattnet. För dessa har jag inte försökt ställa upp någon balans, eftersom jag inte vet hur man då skulle gå tillväga. Även för ett tredje upplag (Spillepengen) har jag struntat i vattenbalansen, eftersom de relativt små mängder lakvatten som förekommer där troligen mestadels härstammar från avfallets nedbrytning. Denna parameter bör vara liten om min uppställning ska fungera, och så är alltså inte fallet här.

5.b) Resultat av beräkningarna.

LUNDÅKRA

År: 1990

Temperatur och nederbörd från näraliggande reningsverk

Yta: 32 ha

Nederbörd: 581 mm = $1,86 \cdot 10^5$ m³

Uppmätt lakvattenmängd: 562 mm = $1,8 \cdot 10^5$ m³

Mån	Temp (°C)	Nederbörd (mm)
j	4,1	7,1
f	5,6	38,4
m	7,3	33,9
a	11,4	21,9
m	13,0	31,3
j	16,4	48,2
j	17,2	56,5
a	17,5	31,0
s	12,4	185,6
o	10,2	53,3
n	4,7	48,5
d	2,5	25,2

Thorntwaites formel ger $E_0 = 679$ mm = $2,17 \cdot 10^5$ m³.

Budykos metod ger $E = 479$ mm = $1,53 \cdot 10^5$ m³.

Slutsats: 460 mm dvs $1,47 \cdot 10^5$ m³ vatten har under 1990 tillförts Lundåkra på annat sätt än som nederbörd.

FILBORNA

År: 1990

Temperatur och nederbörd från SMHI Helsingborg

Yta: 86 ha

Nederbörd: 581 mm = $5,00 \cdot 10^5$ m³

Uppmätt lakvattenmängd: 297 mm = $2,55 \cdot 10^5$ m³

Mån	Temp (°C)	Nederbörd (mm)
j	4,1	48
f	5,7	54
m	6,3	23
a	8,4	30
m	13,0	37
j	16,2	32
j	16,7	67
a	17,7	53
s	12,9	120
o	10,3	46
n	5,1	50
d	3,2	21

Thorntwaites formel ger $E_0 = 664$ mm = $5,71 \cdot 10^5$ m³.

Budykos metod ger $E = 475$ mm = $4,09 \cdot 10^5$ m³.

Slutsats: 191 mm dvs $1,64 \cdot 10^5$ m³ vatten har under 1990 tillförts Filborna på annat sätt än som nederbörd.

HEDESKOGA

År: 1990

Temperatur och nederbörd från SMHI Sturup

Yta: 10 ha (område E)

Nederbörd: 752 mm = $7,52 \cdot 10^4$ m³Uppmätt lakvattenmängd: 256 mm = $2,56 \cdot 10^4$ m³

Mån	Temp (°C)	Nederbörd (mm)
j	3,2	57
f	4,8	51
m	5,6	47
a	7,4	28
m	12,5	38
j	15,3	55
j	15,9	86
a	16,9	50
s	11,5	164
o	9,1	70
n	3,8	68
d	1,5	38

Thorntwaites formel ger $E_0 = 642$ mm = $6,42 \cdot 10^4$ m³.

Budykos metod ger $E = 485$ mm = $4,85 \cdot 10^4$ m³.

Slutsats: 11 mm dvs $1,1 \cdot 10^3$ m³ vatten har under 1990 lämnat Hedeskoga som okontrollerad avrinning.

STAVRÖD

År: 1990

Temperatur och nederbörd från SMHI Ljungbyhed.

Yta: 3,6 ha

Nederbörd: 882 mm = $3,18 \cdot 10^4$ m³Uppmätt lakvattenmängd: $2,43 \cdot 10^4$ m³

Mån	Temp (°C)	Nederbörd (mm)
j	3,8	103
f	5,4	98
m	5,8	46
a	7,7	51
m	12,3	72
j	15,5	58
j	16,0	86
a	16,9	39
s	11,3	138
o	8,9	81
n	3,5	57
d	1,9	53

Thorntwaites formel ger $E_0 = 651$ mm = $2,34 \cdot 10^4$ m³.

Budykos metod ger $E = 539$ mm = $1,94 \cdot 10^4$ m³.

Slutsats: dvs $1,19 \cdot 10^4$ m³ vatten har under 1990 tillförts Stavröd på annat sätt än som nederbörd.

ALBÄCK

År: 1990

Temperatur från SMHI Sturup

Nederbörd från upplaget

Yta: 17 ha

Nederbörd (upplaget): 431 mm = $7,33 \cdot 10^4 \text{ m}^3$

Uppmätt lakvattenmängd: 262 mm = $4,46 \cdot 10^4 \text{ m}^3$

Mån	Temp (°C)	Nederbörd (mm)
j	3,2	40
f	4,8	23
m	5,6	11
a	7,4	26
m	12,5	13
j	15,3	52
j	15,9	42
a	16,9	19
s	11,5	91
o	9,1	30
n	3,8	67
d	1,5	17

Thornthwaites formel ger $E_0 = 642 \text{ mm} = 1,09 \cdot 10^5 \text{ m}^3$.

Budykos metod ger $E = 409 \text{ mm} = 6,95 \cdot 10^4 \text{ m}^3$

Slutsats: 240 mm dvs $4,08 \cdot 10^4 \text{ m}^3$ vatten har tillförts Albäck på annat sätt än som nederbörd.

6. DISKUSSION.

6.a) Lokalisering.

Av de åtta upplag som ingår i undersökningen följer endast en (Ekeröd) rekommendationen (6) att ligga vid en vattendelare. Just detta upplag är också det enda som använder sig av kompostering för att bli av med lakvattnet, och detta förhållande är intimt knutet till läget vid vattendelaren. Nackdelen med en sådan lokalisering är att nersippande lakvatten kan långtransporteras och den miljöpåverkan som inträffar kan bli svår att relatera till upplaget. Huruvida detta sker vid Ekerödupplaget kan vi med andra ord knappast veta. Den påverkan som konstaterats gäller ytvatten nära upplaget.

Tre av upplagen ligger i omedelbar närhet till havet: Lundåkra, Spillepengen och Albäck, och denna lokalisering beror kanske främst på närheten till reningsverk.

Inom två upplag förekommer försumpade partier, medan ett tredje är anlagt helt och hållet på våtmark. Bl a koncessionsnämnden har avrått från avfallsdeponering på våtmark för att lakvattnet inte kan samlas upp effektivt där (R1,R2). För Ekeröd Tippens del är detta kanske inget större problem, torvpartierna vilar där på morän och har liten utsträckning. På Hedeskogaupplaget har man dikat de försumpade delarna och fyllt ut dem med moränlera för att bryta kontakten med grundvattnet. På Rönneholms mosse har man försökt kapsla in tippens genom att gräva ner tätningar ner till det täta gyttjeskikt som ligger under torven, men eftersom detta skikt saknas under en del av torven blir effekten inte fullständig.

De flesta upplagen ligger på morän - undantagen är förutom Rönneholm Lundåkra (lera) och Albäck (sand). Även på Filborna tror man att delar av upplaget vilar direkt på sandsten. I Albäck underlagras sanden av moränlera, och man har lagt in tätning till detta skikt. Ur dräneringssynpunkt kan därmed sanden närmast räknas som en undre del av ett upplag vilande på morän, i den mån tätningen verkligen är tät.

Flera av upplagen ligger på en sammansatt lagerföljd med flera akvifärer. Allra mest komplex är marken vid Filborna. Jorden utgörs där delvis av lermorän som bara är svagt vattenförande. Berggrunden däremot är en mosaik av genomsläppliga sandstenar och täta skiffrar. Sandstenen är betydligt mer vattenförande än moränen, och dessutom förekommer sprickzoner och förkastningar vid området, så berggrundvattnet är viktigare att övervaka än jordgrundvattnet. Emellertid vet man inte mycket om flödet i och mellan de olika akvifärerna, och man har också svårt att påvisa lakvattenkontaminationer i akvifärerna, eftersom vattnets kemiska sammansättning har så stor naturlig variation.

Spillepengens avfallsupplag skiljs från Alnarps sedimenten av ett mäktigt lermoränskikt. Under upplagets existens har tryckgradienten i regel varit riktad uppåt, men undantag har förekommit, så man kan tänka sig att något lakvatten letat sig ner till Alnarpsströmmen. Lermoränen har troligtvis en stor förmåga att immobilisera föroreningar, men trots det har man konstaterat lakvattenpåverkan i form av förhöjd elektrisk konduktivitet i Alnarpsströmmen invid upplaget (kan även bero på saltvatten från havet).

På Rönneholms mosse skiljs torven från ett underliggande lager av sand och mo av ett ganska tunt gyttjeskikt. Man har ansett gyttjan vara så

tät att ingen kontakt föreligger mellan de vattenförande lagren. I delar av upplaget saknas emellertid gyttjeskiktet.

Även vid Hedeskogaupplaget fins två grundvattenmagasin: ett övre i moränleran och ett undre i sand- och grusskiktet. Enligt KN läcker bara lite lakvatten ner till det undre magasinet, men KN redovisar inte var de har hämtat denna bedömning.

6.b) Lakvattenbehandling.

Tre typer av lakvattenbehandling förekommer i materialet:

Rening i avloppsverk:	Lundåkra
	Spillepengen
	Filborna
	Stavröd
	Albäck
	Hedeskoga
Kompostering:	Ekeröd
MV-system:	Rönneholms mosse

Reningsverket får därmed ses som den normala slutstationen för lakvatten från avfallsupplag i Malmöhus län. Som nämnts ovan är det tveksamt om själva reningseffekten egentligen är så stor vid denna behandling, kanske är det snarare en utspädning som sker.

Rening i MV-systemen får ses som den nya metoden. Den har varit i bruk på Rönneholms mosse sedan 1982, först som försök, efterhand i ökande skala. Idag går allt Rönneholmsupplagets lakvatten till MV-systemet och lämnar således aldrig tippet. Även på Filborna förekommer försök med MV-system.

Komposteringsmetoden fungerar bra på Ekerödupplaget, men på andra håll har man fått överge den. Den kräver speciell lokalisering och speciell skötsel (se ovan).

6.c) Lakvattendränering.

På de flesta upplagen har man lagt dräneringsrör i botten, under avfallsmassorna. Det enda undantaget är Filborna. Då denna tipp anlades på 1950-talet brydde man sig inte mycket om miljöskyddsfrågor.

Dräneringsledningarna mynnar i allmänhet i någon sorts uppsamlingsledning eller diken. På Spillepengen finns brunnar anlagda som ett alternativ för att man ska kunna pumpa upp vattnet. Dessa brunnar har dock aldrig varit i praktiskt bruk, utan man har föredragit att använda uppsamlingsledningarna.

På tre tippar (Lundåkra, Filborna och Ekeröd) har man anlagt diken för att skära av lakvattnets strömning. På Ekeröd ligger diket bara nedströms i grundvattenriktningen. På Filborna har man grävt avskärande diken i alla riktningar utom rakt uppströms. Dikena på detta upplag har legat för ytligt för att ge bra effekt, och man har under 1990 fördjupat det dike som ligger nedströms. De övriga har man lämnat utan åtgärd med motivering att de ändå inte fyller någon funktion.

Alla upplagen är invallade, dvs omgärdade av en jordvall som ligger direkt an mot avfallet. På vissa upplag har man gjort ytterligare tätningar. På Lundåkra och Spillepengen har man tätat den vall som vetter mot havet med tätningsduk och lera. På Lundåkra har man dessutom lagt ut ett lager tät lera över upplagets hela botten för att isolera avfallet från den naturliga marken (grovm). Även på

Hedeskoga har man tätat i upplagets botten, här på så vis att sumppartier efter dränering fyllts ut med lokal morän.

Albäck och Rönneholms mosse har man kapslat in genom att föra ner tätningar runtom uplaget från markytan ända ner till ett tätt jordlager. I varje fall på Rönneholms mosse har effekten inte varit fullständig.

6.d) Ovidkommande vatten.

En del av de tätningar under eller kring upplagen som jag just beskrivit har naturligtvis som funktion inte bara att hindra lakvatten från att strömma ut utan också att hindra ovidkommande vatten att strömma in i uplaget. Därutöver har man på nästan alla tipparna grävt diken för att skära av inflödet. Enda undantaget är Ekeröd, vars läge vid vattendelaren gör att något ovidkommande vatten inte finns. På sätt och vis kan man ju säga att även nederbörden utgör ovidkommande vatten. Inga åtgärder görs på något av de i bruk varande upplagen för att avlänsa regnvattnet. Visserligen kan nederbörd som faller på själva invallningen rinna av utanför upplagsområdet, och visserligen kan nederbörd som faller på hårdgjorda ytor avgå som dagvatten, men den allt överskuggande delen av nederbörden perkolerar ner i avfallsmassorna och blir till lakvatten. Alla upplagen i materialet använder samma standardförfarande: avfallet läggs i det så kallade tipsåret, som är den punkt på tippen där avfallet ligger bäst. Varje kväll täcks tipsåret med presenning. När avfallshögen vid tipsåret nått en höjd av 2-2,5 m kompakteras den och täcks med jord. Enda undantaget är Ekeröd, där man, för att komposteringen ska fungera, inte kompakterar avfallet och där man täcker med genomsläpplig sand.

6.e) Konstaterad lakvattenpåverkan.

På samtliga upplag följer man ett kontrollprogram för övervakning av tänkbara miljöeffekter. Programmen har olika utformning vid de skilda upplagen, men i allmänhet gäller att man några gånger under året mäter ett antal kemiska parametrar i lakvattnet. Det är däremot inte alls självklart att man regelbundet kontrollerar dessa parametrar i upplagets omgivning. Sedan 1990 är bolagen skyldiga att lämna årliga miljörapporter till länsstyrelsen, och 1990 års miljörapporter har varit min främsta källa för information om effekterna på vattnet kring upplagen. Miljörapporterna är inte enhetligt gjorda och har delvis olika vinkling. I de flesta försöker man att explicit ge ett svar på frågan om grund- eller ytvatten i någon provpunkt i upplagets närhet har påverkats, fast vid två av dessa (Lundåkra och Spillepengen) har man bara undersökt grundvattnet. På två upplag (Rönneholm och Ekeröd) har man istället angett förändringen i provpunkternas vattenkvalitet genom åren, och det blir därmed svårare att utläsa vad uplaget har för effekt - även om uplaget läcker ut ett likartat lakvatten år efter år så blir ju detta inte nämnt i miljörapporten. Vid dessa två upplag har man bara undersökt ytvatten. Ett upplag (Hedeskoga) har inte gett någon sammanfattning av sina mätningar utan låter rapporten helt enkelt innefatta en stor mängd rådata som jag inte gett mig på att försöka tolka.

I följande genomgång är respektive miljörapport för 1990 källan, om ingen annan anges.

6.e.1) LUNDÅKRA.

Här har man undersökt kvaliteten på grundvattnet i de punkter som märks med G i bil 3, samt i punkt 9005 i samma figur. Som framgår av

kartan ligger en del av punkterna (de med dubbel siffra) inne bland avfallet, de andra ligger utanför. Ingen av punkterna ligger längre än 50 m från upplaget, undantaget punkten 9005 som är tänkt att utgöra referens.

Nu ligger ju Lundåkraupplaget och även referenspunkten i ett stort industriområde där marken tycks vara kontaminerad från alla möjliga håll. Den tänkta referensen 9005 visade sig överlag vara mer förorenad än de andra punkterna - där fanns bl a "mycket höga halter kvicksilver" - så mao saknas en fungerande referens. Miljörapporten anser ändå att samtliga provpunkter visar en klar påverkan av deponeringsmassor med bl a höga värden på COD och kväve. Den vanligaste indikationen på lakvattenpåverkan - förhöjd konduktivitet - menar man däremot är oanvändbar på Lundåkra, eftersom marken är uppmuddrad från havet och kan vara saltrik i sig själv. Under 1990 var stora delar av dräneringen runt upplaget uppdämd, vilket kan ha bidragit till en ovanligt kraftig kontamination av omgivningen.

6.e.2) FILBORNA.

Grundvattnet i punkten G4 (bil 5) har förhöjd konduktivitet. Man är inte helt säker på om detta härrör från avfallsupplaget. Man är i miljörapporten lite förvånad över att finna en påverkan så långt borta (750 m) och utlovar ett tätare provpunktsnät i framtiden. Punkt G4 ligger f ö uppströms strömningen i avfallsmassorna vilket syns märkligt, men den komplicerade lagerföljden gör ju att alla strömningsriktningar är möjliga samtidigt i olika berggrundsmagasin. Tråkigt nog har jag inga uppgifter om hur grunden är beskaffad vid punkt G4.

Beträffande ytvattnet så undersöker man Väla bäck (se bil 5) uppströms och nerströms upplaget. Den får ett tillskott av COD vid passagen. Tillskottet är dock litet och kan även härröra från växtligheten i bäcken. I sträckningen förbi upplaget är bäckfåran klädd med duk, men som nämnts ovan har sådana tätningar aldrig full effekt, särskilt inte efter ett antal år.

6.e.3) SPILLEPENGEN.

Vid utvärderingen 1989 tittade man förutom på vattenstånd även på de vattenkvalitetsvärden som fanns dokumenterade enligt kontrollprogrammet (ref Sp1 och Sp2). Alla provpunkterna ligger i direkt anslutning till tippen. Både ytligt och djupt grundvatten testades. Man hittade förhöjda kvävehalter ut mot Sege å och Öresund, vilket beror på de tidigare nämnda dämningarna av dränerarna på denna sida. Vidare var det ytliga grundvattnet precis utanför lakvattenledningen påverkati observationsrören G12, G33 och G32B (bil 9). Även Alnarpsströmmen verkar vara påverkad i punkt G13 (i nordost, se bil 9), såtillvida att den elektriska ledningsförmågan är förhöjd här. Detta behöver dock inte bero på tippen utan kan också vara en havsvattenkontamination.

6.e.4) HEDESKOGA.

Miljörapporten från Hedeskogaupplaget innehåller som nämnts ingen sammanfattning eller tolkning av kontrollmätningarnas resultat. Om man vill veta vad för påverkan som eventuellt finns i vattnet kring Hedeskoga måste en läsare mao själv tolka de mängder av rådata rapporten innehåller - om detta överhuvudtaget är möjligt för en läsare utan lokalkännedom och utan kompletterande uppgifter. Det är ju på sitt vis intressant att se att det går för sig att avfatta en

miljörapport på ett så oläsbart vis, men det är lite tråkigt för denna uppsats del, eftersom jag inte heller någon annanstans hittat uppgifter om lakvattenpåverkan från Hedeskoga. Det är fö synd för allmänhetens del också, för man kan utläsa ur ref H2 att lakvattnet innehåller en hel del tungmetaller. Om dessa läcker ut kan de hamna antingen i det övre grundvattenmagasinet i moränen eller i det djupare magasinet i sandskiktet, och det vore kanske intressant för de kringboende att se en analys av situationen.

6.e.5) EKERÖD.

Vid Ekerödtippen gör man som sagt inga kontrollmätningar i grundvattnet utan i miljörapporten nöjer man sig med att beskriva förändringar över tiden i bäcken som utgår från upplaget, närmare bestämt nära punkten 02 i bil 15). Man har 1990 funnit att COD och kväve har minskat något sen föregående år, medan BOD, syre och totalfosfor är oförändrade. Detta säger ju egentligen ingenting alls om tippens miljöpåverkan eftersom vi inte vet varifrån de undersökta ämnena stannar. Vid ett av årets två mättillfällen visade tungmetallerna våldsamt höga värden både i bäcken och i själva lakvattnet, men detta tror man beror på mätfel ("ett kommatecken som hamnat fel"). När VIAK gjorde sin undersökning året innan (Ref E2) var de lite rakare på sak. De uppger att "några bäckar i söder" påverkas av lakvattnet vid starka regn och snösmältning, men att man längre ner i bäcksystemet (ca 500 m från tippen) inte sett någon påverkan. VIAK menade också att det förekom en viss påverkan på grundvattnet SV om upplaget.

6.e.6) RÖNNEHOLMS MOSSE.

Miljörapporten från Rönneholmsupplaget hänvisar till en VBB-VIAK-undersökning angående förhållandena 1981-1990, så denna är min källa (Ref R5). Man tar här enbart upp förändringar över tiden i två punkter i Västra diket som är ett biflöde till Rönne å, samt förändringar över tiden i lakvattnet självt. MV-systemet för lakvattenhantering skapades under perioden, så tanken med denna uppläggning av undersökningen är att utvärdera detta system. Punkterna i Västra diket ligger på ömse sidor om tippen.

Pkt 32 (lakvattendamm):	kväve	minskat starkt
	NH ₄ ⁺	minskat starkt
	fosfor	minskat starkt
	BOD	oförändrat
	Fe	minskat
	kond	minskat

Pkt 4 (uppströms):	kväve	ökat
	nitrat	ökat
	NH ₄ ⁺	oförändrat
	fosfor	minskat lite
	BOD	minskat lite
	kond	minskat lite

Pkt 2 (nedströms):	kväve	minskat starkt
	nitrat	ökat
	NH ₄ ⁺	minskat starkt
	fosfor	minskat starkt
	BOD	minskat starkt
	kond	oförändrat

Av detta kan man utläsa de trevliga effekterna att mängderna av kväve och fosfor har minskat, eftersom ämnena tas upp i växtligheten och eftersom man har slutat ta emot hushållsavfall. Oxideringen av lakvattnet ger ett lägre BOD-värde samt gör att ammonium övergår i nitrat.

Undersökningen tycks också visa att upplaget läcker ut i varje fall ammonium och fosfor till Västra diket, annars borde inte förändringar i lakvattnets sammansättning ge utslag i dikets vatten.

År 1989 nämnde länsstyrelsen (Ref R3), dock utan närmare specificering, att det förekom lakvattenpåverkan utanför den lervall som är avsedd att kapsla in tippen.

6.e.7) STAVRÖD.

Se bil 22. I diket ner till Ebbamölleån har man enligt miljörapporten en tydlig lakvattenpåverkan i form av höjd elektrisk konduktivitet. Ebbamölleån själv har vid något enstaka provtagningstillfälle haft ett tillskott i konduktivitet vid passagen förbi upplaget, men vid de flesta tillfällena har ingenting noterats här. Grundvattenrören D och F på upplagsområdet visar klar lakvattenpåverkan, så även "de flesta av de enskilda vattentäkterna P1-6" med rapportens lite oklara formulering. En jämförelse mellan bil 21 och 22 visar att dessa vattentäkter ligger uppströms eller bredvid upplaget. Nedströms finns inga provpunkter för grundvatten. 1988 påtalar VIAK (ref St3) att Ebbamölleån visar en svag påverkan i kvävehalt och bakterier. Året innan konstaterade VIAK (Ref St2) att stora mängder ovidkommande vatten läcker in i tippen, så uppenbarligen har denna god hydraulisk kontakt med omgivningen. Resultatet i miljörapporten pekar på att grundvattenströmningen är mer komplicerad än vad som framgår av bil 21. Resultatet bekräftar att upplaget är dåligt inkapslat.

6.e.8) ALBÄCK.

Se bil 26. Grundvattnet i punkten G26 har förhöjda halter av klorid och totalkväve, vilket bedöms bero på lakvattenläckage. Albäcken har undersökts i punkterna Y4 och Y1 nedströms resp uppströms upplaget. Bäckvattnet får mellan punkterna ett tillskott i färgtal, BOD7, COD, totalfosfor och totalkväve, men enligt rapporten är det inte säkert att detta stammar från upplaget.

Det framgår inte av miljörapporten om det förorenade grundvattnet i G26 kommer från det ytligare sandskiktet eller den djupare moränen. Man har som nämnts kapslat in tippen med plastfolie hela vägen ner till moränen. Tätningmaterialens funktion brukar avta med åren, men om vi antar att tätningen här skulle fungera bra så skulle det innebära att läckaget sker nere i moränen. Detta stämmer med iakttagelsen att påverkan är tydligare i grundvattnet än i bäcken.

6.f) Utvärdering av upplagen.

6.f.1) LUNDÅKRA.

Lundåkratippen vilar på ett några meter tjockt lerskikt som underlagras av sand och silt. Tippen är således isolerad från den genomsläppliga marken. Grundvattnet runtom upplaget visar så små nivåskillnader att strömningen hos det yttre grundvattnet tycks vara obetydlig. Av de fyra ställen där man mätt vattennivån både inom och utanför upplagsområdet har tre en högre yta på det inre grundvattnet, vilket tyder på att om läckage överhuvudtaget sker på detta ställe så bör det vara utåtriktat. På det fjärde stället är förhållandet omvänt, och inläckage kan äga rum. Detta fjärde ställe ligger också uppströms enligt pilarna i kartan.

Balansberäkningen visar, den fina isoleringen av tippen till trots, ett kraftigt överskott av vatten. Flera förklaringar är tänkbara. Kanske vatten passerar in från sidan på ovannämnda ställe. Eller beräkningsmetoden inte är tillämplig. Eller lerskiktet i botten kan vara otätt. Nivådata (februari 1991) kanske inte är representativa. Eller avfallet kanske helt enkelt är av en sådan typ att väldiga mängder vatten bildas vid nedbrytningen.

6.f.2) FILBORNA.

Filbornatippen ligger på genomsläpplig mark vars strömningsförhållanden är ganska okända. Vattnet i de lösa jordlagren strömmar mot Väla bäck. Berggrundvattnets rörelse verkar överlag vara långsam, men självklart kan det tänkas att en del magasin har kontakt med varandra och att vattenströmningen lokalt kan vara snabb på sådana ställen. Det är svårt att utifrån den geohydrologiska utredningen se om grundvattnet rör sig huvudsakligen uppåt eller neråt. Dock tyder balansberäkningen på ett stort inläckage av ovidkommande vatten. Även upplagets anställda har man tyckt sig förstå att vatten läcker in, och man menar att det beror på att upplaget någonstans vilar direkt på sandsten utan något isolerande moränskikt emellan.

Man har noterat förhöjd elektrisk konduktivitet 750 m från upplaget. Man är dock inte säker på om detta beror på avfallsupplaget eller på något annat.

6.f.3) SPILLEPENGEN.

Vattenbalans ej gjord, för jag vill inte gräva fram gamla uppgifter om lakvattenproduktion, och att göra en balans nu är meningslöst, då en stor men omätbar del av nederbörden avgår som ytavrinning.

Att Alnarpsströmmen påverkas är ju olämpligt, och man kan fråga sig varför det påvisats just i G13. Generellt är det inget tydligt mönster i de två magasinens nivåer, men just på detta ställe har Alnarpsströmmen genom alla åren 1980-89 legat 5-6 dm högre än ytgrundvattnet. Mao rör det sig inte om någon perkolation av lakvatten från den allra närmaste omgivningen (vilket också framgår av att det djupa grundvattnet på detta ställe har högre konduktivitetsvärden än det ytliga), utan det handlar om en kontamination från sidorna. Detta är ju också rimligt om man betänker att vatten cirkulerar mycket friare inom Alnarps sedimenten än genom moränleran. Det blir därmed svårt att avgöra om konduktivitetshöjningen beror på lakvatten eller på något annat, förslagsvis havsvatten.

6.f.4) HEDESKOGA.

Hedeskogaupplaget vilar på moränlera, sand och torv. Torvpartierna har fyllts igen med moränlera för att bryta kontakten med grundvattnet, och om man ska tro vattenbalansberäkningen har man lyckats - bara 11 mm vatten läckte enligt denna in under 1990.

6.f.5) EKERÖD.

Ekerödupplaget ligger på en moig urbergsmorän som är ganska genomsläpplig ($K = 10^{-8}$ m/s). Dessutom förekommer linser av sand och torv. Inget ovidkommande vatten kan på grund av läget tillföras tippen från sidorna, men man har nedströms (i söder) sett en lakvattenpåverkan, så tydligen går en del lakvatten förbi det avskärande diket. Att döma av jordartskartan saknar sandlinserna förbindelse med varandra, så förmodligen sker läckaget genom moränen.

Läckagets omfattning kan jag inte uppskatta, eftersom återbördandet av lakvattnet till tippen kan orsaka en rundgång i beräkningarna.

6.f.6) RÖNNEHOLM.

Rönneholmsupplaget ligger i laggen till en högmosse. En lagg kännetecknas av att den tillförs vatten både från mossen och från omgivande fastmark. Mao kan man tänka sig att föroreningar från en spridningskälla belägen på en lagg under naturliga förhållanden inte tränger ner i djupare skikt utan att det späs ut och dräneras bort ytligt. Rönneholmsupplaget skickar ju inte iväg sitt lakvatten utan använder det till att bevattna energiskog, och man är därför intresserad av att hålla vattenmängden inom rimliga gränser. Man har därför grävt diken för ovidkommande vatten. Man har också slutat ta emot hushållsavfall, vilket innebär att det avfall som tillförs idag har låg vattenhalt och inte heller skapar särskilt mycket vatten vid nedbrytningen. Lakvattnet omhändertas, och nedströms upplaget har man för säkerhets skull gjort en tätning ner mot det täta gyttjeskiktet. Trots detta har man sett lakvattenpåverkan i söder.

6.f.7) STAVRÖD.

Stavrödtippen ligger i ett kuperat moränlandskap. Det tycks inte vara helt väl inkapslat. En del lakvatten tycks läcka ut och påverka ån nedströms upplaget, samtidigt som mycket ovidkommande vatten rinner till uppströmsifrån. Det senare påståendet baseras dels på vattenbalansen, dels på VIAKs fem år gamla undersökning.

6.f.8) ALBÄCK.

Upplaget ligger på Söderslätt, och den flacka terrängen gör att grundvattnets strömningsriktning varierar. I mars 1990 (bil 25) tycks vattnet ha strömmat mot NV, men man har tidigare sett både sydlig och östlig strömning. Diket för ovidkommande vatten ligger i norr, så när detta anlades räknade man uppenbarligen med sydlig strömning, vilket grovt sett motsvarar markytans lutning - havet ligger ju strax söder om tippen. Upplaget vilar på genomsläpplig sand, men genom att föra ner tätningar i denna runtom tippen har man försökt kapsla in den så att vattenutbytet med omgivningen bara sker genom moränen, och denna är svårgenomtränglig. Ändå har man noterat lakvattenpåverkan i väster.

7. SLUTSATSER.

Av de åtta avfallsupplag som ingår i materialet är det säkerställt att fem läcker ut lakvatten till omgivningen, nämligen Lundåkra, Ekeröd, Rönneholms mosse, Stavrod och Albäck. Beträffande Filborna och Spillepengen är man inte riktigt säker, och vad gäller Hedeskoga har man inte besvarat frågan.

En fråga är nu: Kan man se något samband mellan utsläppens art och de geografiska parametrarna?

1. Läge vid vattendelare. Farhågan är här att lakvatten går rakt ner i grundvattnet och långtransporteras. Frågan kan inte besvaras utifrån materialet, för vid det enda upplaget med sådan lokalisering (Ekeröd) kontrolleras inte grundvattnet.

2. Läge vid havet. Farhågan är att lakvatten går ut i havet och blir så utspädd att det inte spåras. Farhågan får anses som besannad såtillvida att man inte brytt sig om att göra kontroller i havet. De tre upplag det gäller (Lundåkra, Spillepengen och Albäck) har dokumenterat lakvattenläckage, så man kan förmoda att en del lakvatten når fram till havet.

3. Jordart. Innebär ett permeabelt underlag att mycket lakvatten slipper ut? Två upplag (Rönneholm och Albäck) vilar på torv resp sand. Bägge släpper ut lakvatten, men såvitt jag kan se inte i någon exceptionell omfattning. Filborna verkar delvis ligga på permeabel grund (mosten och sand) men ger ändå inget tydligt utslag i omgivningen. Å andra sidan tycks Lundåkra, som enligt uppgift vilar på tät lera, läcka ut stora mängder vatten. Detta visar sig dels i vattenbalansen, dels i den omfattande kontaminationen runt upplaget.

4. Hydraulisk kontakt med omgivningen. Enligt balansberäkningarna har tre upplag (Lundåkra, Stavrod och Filborna) stort vattenutbyte med omgivningen. De två förstnämnda uppvisar också stor påverkan vid kontrollpunkterna. Filborna däremot ger bara en otydlig påverkan. Å andra sidan verkar man på Filborna inte ha undersökt grundvattnet nedströms, så det kan tänkas att man där har en kraftigare kontamination.

5. Konstgjorda tätningar. Sådana förekommer runtom Rönneholms- och Albäcksupplagen, samt vid Filborna i den bäck som rundar upplaget. Inget i materialet tyder på att de fungerar bra - både Rönneholm och Albäck ger en klar miljöpåverkan. För Rönneholms del kan det möjligen bero på att man överskattat gyttjans utsträckning. Möjligen kan tätningen i bäckfåran vid Filborna vara ansvarig för att så liten påverkan syns i bäckens vatten. I så fall är läckaget från Filborna större än vad som konstaterats.

6. Avskärande diken. Diken för att skära av lakvatten nedströms upplaget finns på Lundåkra, Filborna och Ekeröd. Det är inte tydligt utifrån materialet att de har någon effekt. Lundåkra vet vi kontaminerar sin omgivning. Vid Filborna gör man inte kontroller på andra sidan diket. Ekeröd släpper ut lakvatten, dock bara vid häftig nederbörd.

Diken för att skära av ovidkommande vatten finns på alla upplagen utom Ekeröd. Tre av upplagen (Filborna, Lundåkra och Stavrod) verkar ju släppa in stora mängder vatten, så diken där kan inte sägas fungera tillfredsställande. Dikenas funktion är naturligtvis avhängig hur djupt de är grävda. För att få en rättvis bild av hur stor nytta de gör

skulle man behöva uppgifter på flödet i dem. Sådana uppgifter har jag inte.

Sammanfattningsvis kan sägas att det i materialet inte finns några entydiga samband mellan miljöpåverkan och dessa naturgeografiska parametrar - kanske inte förvånande om man ser till materialets litenhet. En undersökning i riksskala kunde kanske ge ett tydligare resultat. Ändå kan man skönja ett samband mellan miljöpåverkan och god hydraulisk kontakt med omgivningen, även då kontakten inte uppenbart innebär utläckage. Man kan också se att jordarten inte har den avgörande betydelse man kanske väntat sig. Frågan är varför. Den täta lera som enligt KN (ref L1) underlagrar Lundåkratippen, är den inte så tät? Eller har man slarvat när man lagt ut den så att tippen i själva verket har kontakt med grovmon?

En annan iakttagelse är att endast i fallet Ekeröd nämns det att starka regn spelar någon roll för miljöpåverkan. Detta är troligen ingen slump, utan beror på att Ekeröd är det enda upplaget där man strävar efter en god infiltrationskapacitet. På övriga upplag kompakterar man avfallet efterhand och täcker det med tät morän eller liknande. På Ekeröd underlåter man att kompaktera samt täcker med mera genomsläpplig sandig morän. Vid starka regn på de övriga upplagen rinner förmodligen en del av regnvattnet av i rännilar och hamnar slutligen i lakvattensystemet utan att ha haft kontakt med avfallet, medan på Ekeröd infiltrerar en större del av nederbörden även vid skyfall och perkolerar ner genom avfallet.

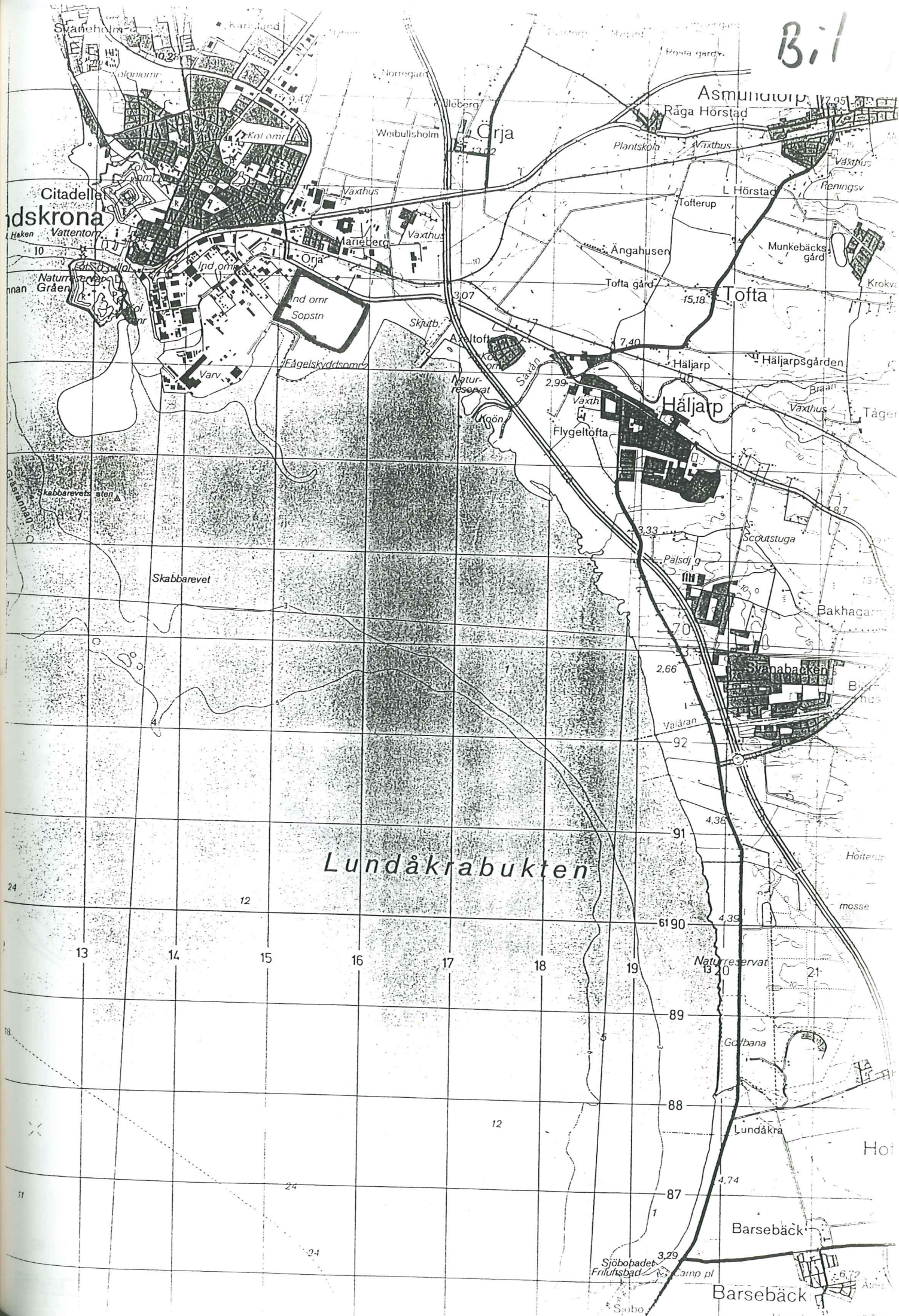
Slutligen några synpunkter på hur avfallsupplag bör utformas för att ge minsta möjliga läckage av lakvatten. Om avskärande diken ska ha stor effekt bör de vara djupt grävda och pumpas torra. Konstgjorda tätningar är inte pålitliga, inte heller "täta" jordarter. Infiltrationskapaciteten bör vara låg. Upplaget bör inte ligga vid havet, för det blir då svårt att övervaka eventuellt läckage.

REFERENSER

1. Behandlingsmetoder för kommunalt avfall. Avfallet och miljön. SNV rapport 3493. Sthlm 1988.
2. Avfallsdeponering på 1990-talet. DEPÅ 90 stiftelsen REFORSK. FOU nr 05. 1986.
3. Svensk avfallshantering - nuläge och problem. SNV rapport 3480. Svenska Renhållningsverksföreningen Publikation 88:2. Solna 1988.
4. Thomas Hellström: Föroreningsars transport i jord och grundvatten. IVL B730. Sthlm 1983.
5. Harald Grip och Allan Rodhe: Vattnets väg från regn till bäck. Forskningsrådets förlagstjänst. Karlshamn 1985.
6. Johan Helldén: Översiktlig undersökning av avfallsupplag. Metodutveckling och tillämpning med exempel från Östergötland. SNV rapport 3859. Solna 1990.
7. Måsalyske avfallsupplag. Hydrogeologi och lakvatten. VIAK 65.3363. 88-04-20.
8. Hyllstofta avfallsanläggning. Förslag till utbyggnad. VIAK 5812.1539 1980-07-15 samt 88.1363 1977-11-15.
9. Grundvattentäkter, skyddsområden - skyddsföreskrifter. SNV Allmänna råd 90:15. Solna 1991.
10. Mikhail Budyko: Climate and Life. Academic Press. London 1974.
11. E M Shaw: Hydrology in Practice. Chapman & Hall. London 1988.
12. J-E Meijer: Lakvatten och avfallsupplag. I: Hydrologi, markanvändning och vattenkvalitet. SNV PM 1455,, s 37-48. Solna 1981.
- L1. KN Beslut 1988-05-11. Nr 75/88. Dnr 510-85/87. Aktbil 24.
- L2. Scandiaconsult PM 1982-08-31. 52.4268-01.
- L3. Ansökan från LSR till KN. Dnr 510-85/87. Aktbil 1.
- L4. Muntligt meddelande från driftsledare Mats Hafström.
- F1. Muntligt meddelande från Jan Mejer.
- F2. KN Beslut 1988-06-30. Nr 108/88. Dnr 510-96/85. Aktbil 83.
- F3. Geokonsult. Uppdrag 4797. Geohydrologisk utredning inom Filborna deponeringsområde. Nordvästra Skånes Renhållnings AB, etapperna 1-5. Ingår som bilaga 5 i ett brev från NSR till KN, av KN rubricerat som "Inl 1987-03-16. Dnr 510-96/85. Aktbil 47."
- F4. Miljörapport för år 1990. NSR.
- F5. Muntligt meddelande från driftschef Per Möller.
- Sp1. VBB 90-03-16. P4726. SYSAV. Proj 719. Spillepeng.
- Sp2. Spillepengens avfallsupplag. Utvärdering av analysresultat från lakvattenpumpstation L1 och grundvattenobservationsrör. Scandiaconsult Miljöteknik AB 1990-01-22.
- H1. KN Beslut 1980-01-11. Nr 11/80. Dnr 510-50/78. Aktbil 41.
- H2. Länsstyrelsens "Yttrande" till KN 1987-08-19. Av länsstyrelsen rubricerad som 11.1822-137-87. 1286-60-001.
- E1. Ekeröds avfallsupplag. Principförslag till utbyggnad och lakvattenbehandling. Inl 1987-03-16. VIAK 66.2144. 1989-03-31.
- R1. KN Beslut 1979-01-31. Nr 11/79. Dnr Ä 139/77. Aktbil 44.
- R2. KN Beslut 1982-12-14. Nr 235/82. Dnr 510-258/81. Aktbil 52.
- R3. Länsstyrelsen PM 1989-02-27. Av länsstyrelsen rubricerad som 11.125-2646-85. 1285-20-006.
- R4. KN Beslut 1984-12-14. Nr 280/84. Dnr 510-258/81. Aktbil 90.
- R5. Rapport beträffande driftresultat från lakvattenhanteringen vid Rönneholms avfallsupplag 1981-1990. VBB-VIAK 1991-02-07. R4511.

- St1. VBB Brev.061 till länsstyrelsen 1990-06-08. Av länsstyrelsen
rubricerad som 2420-2124/90. 1266-60-001. Aktbil nr 25.
- St2. Avfallsupplaget i Stavröd. Utbyggnadsmöjligheter.
VIAK 1987-12-02. 5812.662067.
- St3. Synpunkter på miljöpåverkan från avfallsupplaget i Stavröd. VIAK
1988-03-21. 5812.662067.
- A1. KN Beslut 1977-05-10. Nr 65/77. Dnr Ä 124/75. Aktbil 38.
Dnr Ä 106/76. Aktbil 20.
- A2. Utvidgning av Albäcksupplaget, Trelleborg. SYSAV AB 1984-01-23.
Littera 52.4739-01.
- A3. Utvidgning av Albäcksupplaget, Trelleborg. Scandiaconsult
1983-10-10. 52.4739-01.

Bil



Lundåkrabukten

Citadella
ndskrona

Örja

Asmundtorp
Råga Hörstad

Tofta

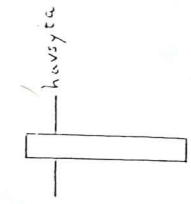
Häljarp





Svanabacken

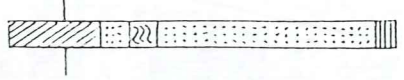
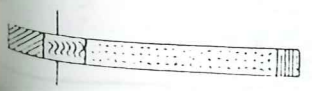
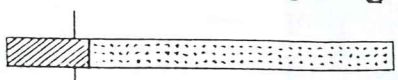
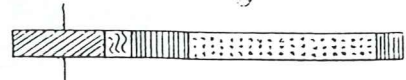
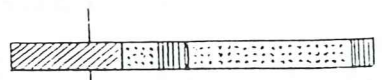
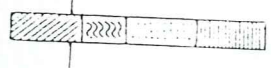
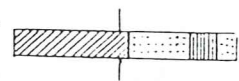
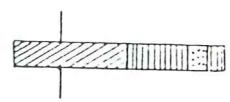
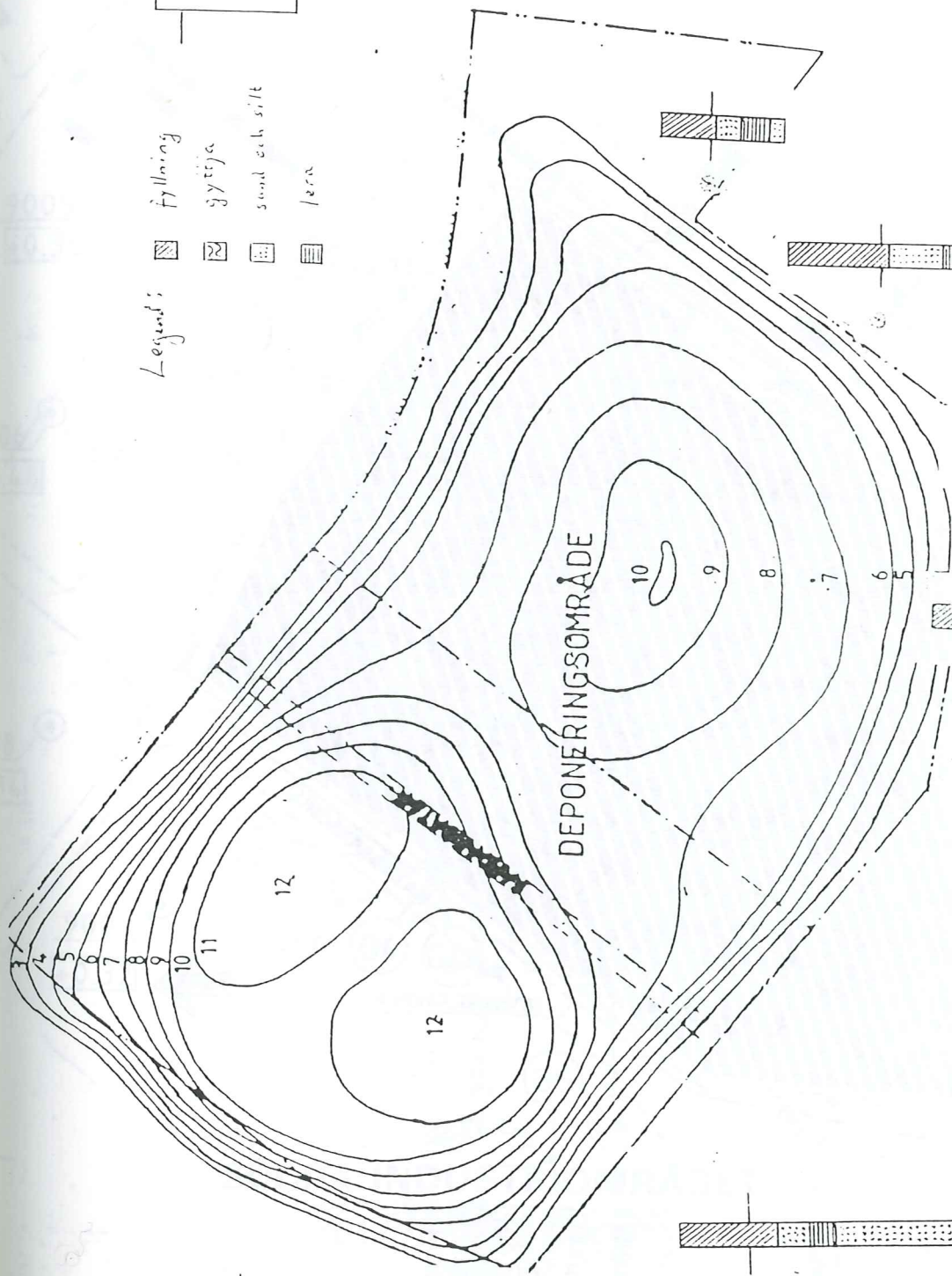
Barsebäck

Barsebäck

5m



- Legenda:
-  fyllning
 -  gjyrtiga
 -  sand och silt
 -  lera



INDUSTRIOMRÅDET

ORJA

Svenst
Bilövning

SCADO AB

9005
+0.36

G11 +0.71

G1
+0.68

V300
S800

G2

G22 +0.52

+0.63

+1.03

G6

G66

06
48

S160/47, DR128/113

V300
S600

5

08
34

L3

9007
+0.32

+1.01

G4

G7

S160/47, DR128/113

9003
DR 128/113, S

DEPO

G5

L4

SÖDRA INDUSTRIOMRÅDET

9001
+0.90

9002
+0.67

G3

G31
+0.67

G33

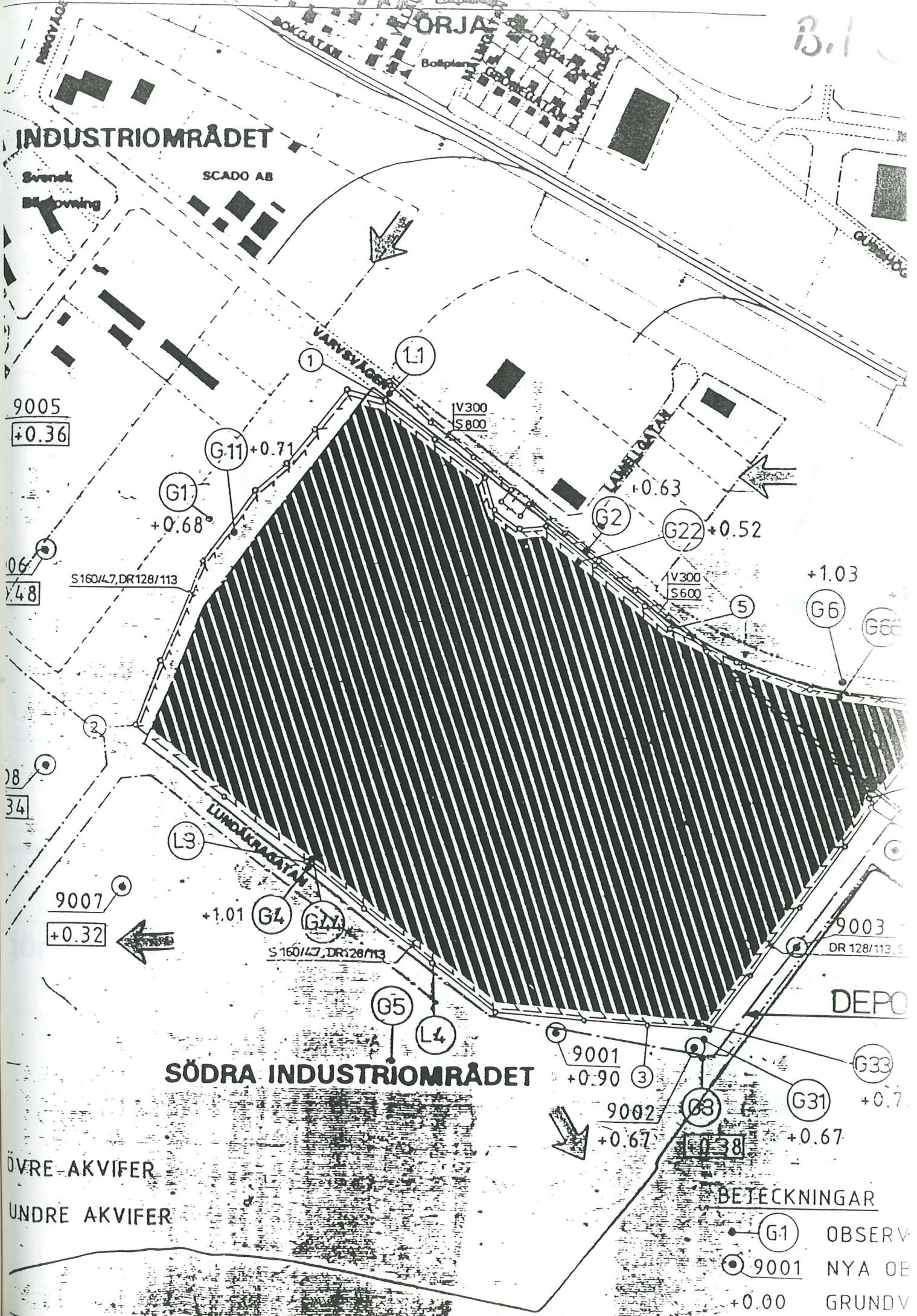
+0.7

ÖVRE-AKVIFER

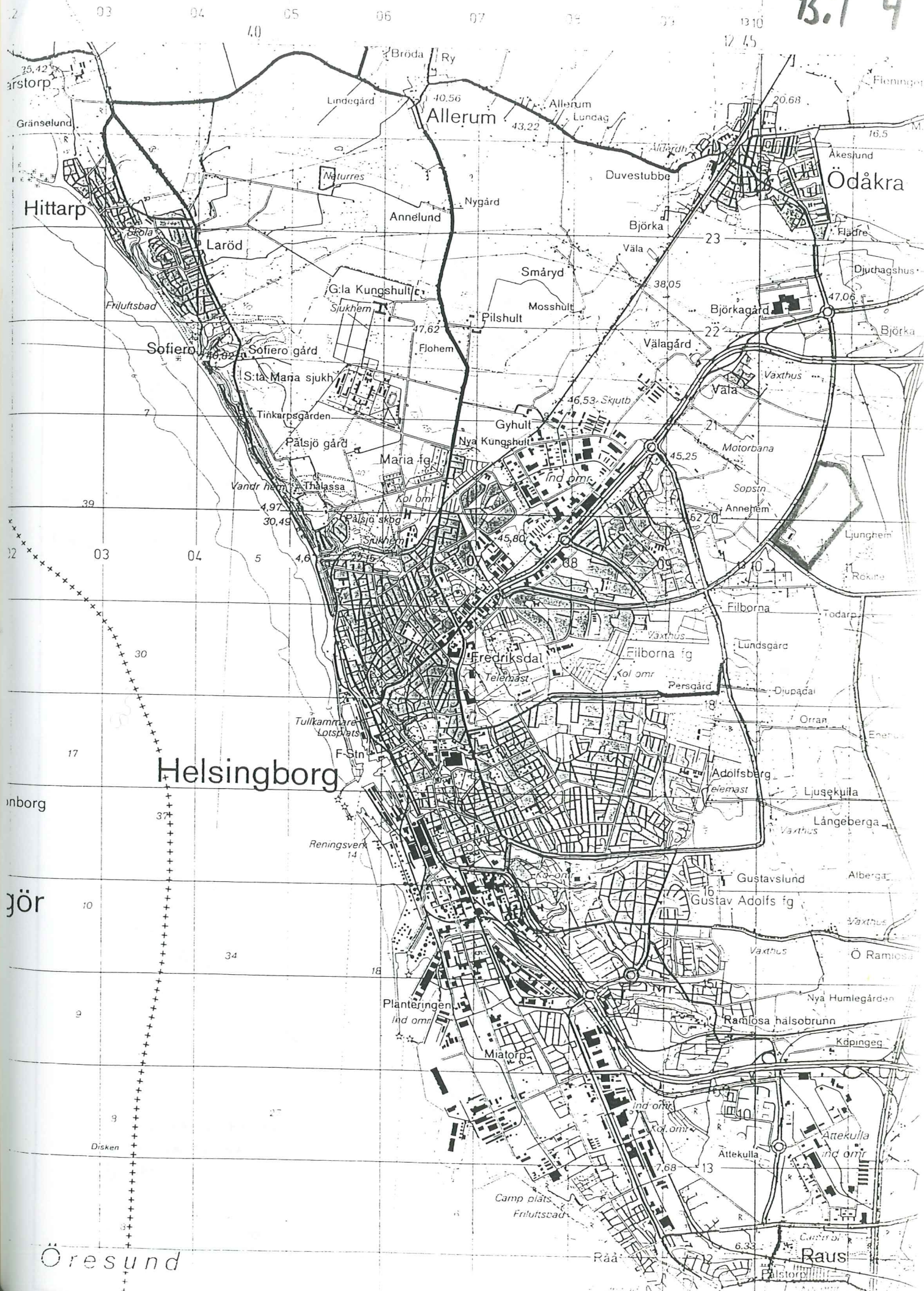
UNDRE AKVIFER

BETECKNINGAR

- G1 OBSERV
- 9001 NYA OB
- +0.00 GRUNDV
- I ORSFC



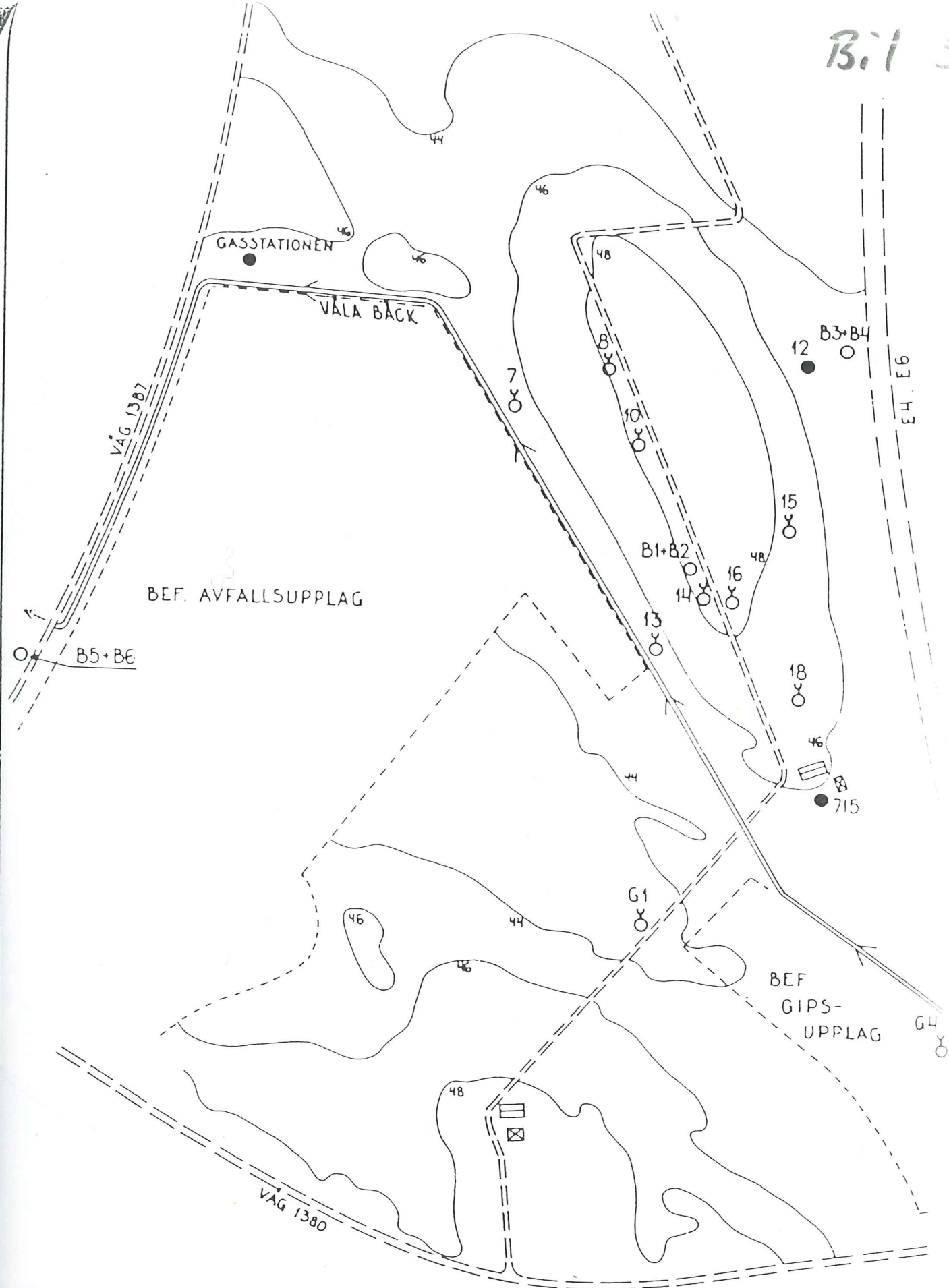
B:1 4



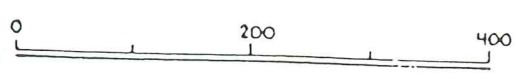
02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

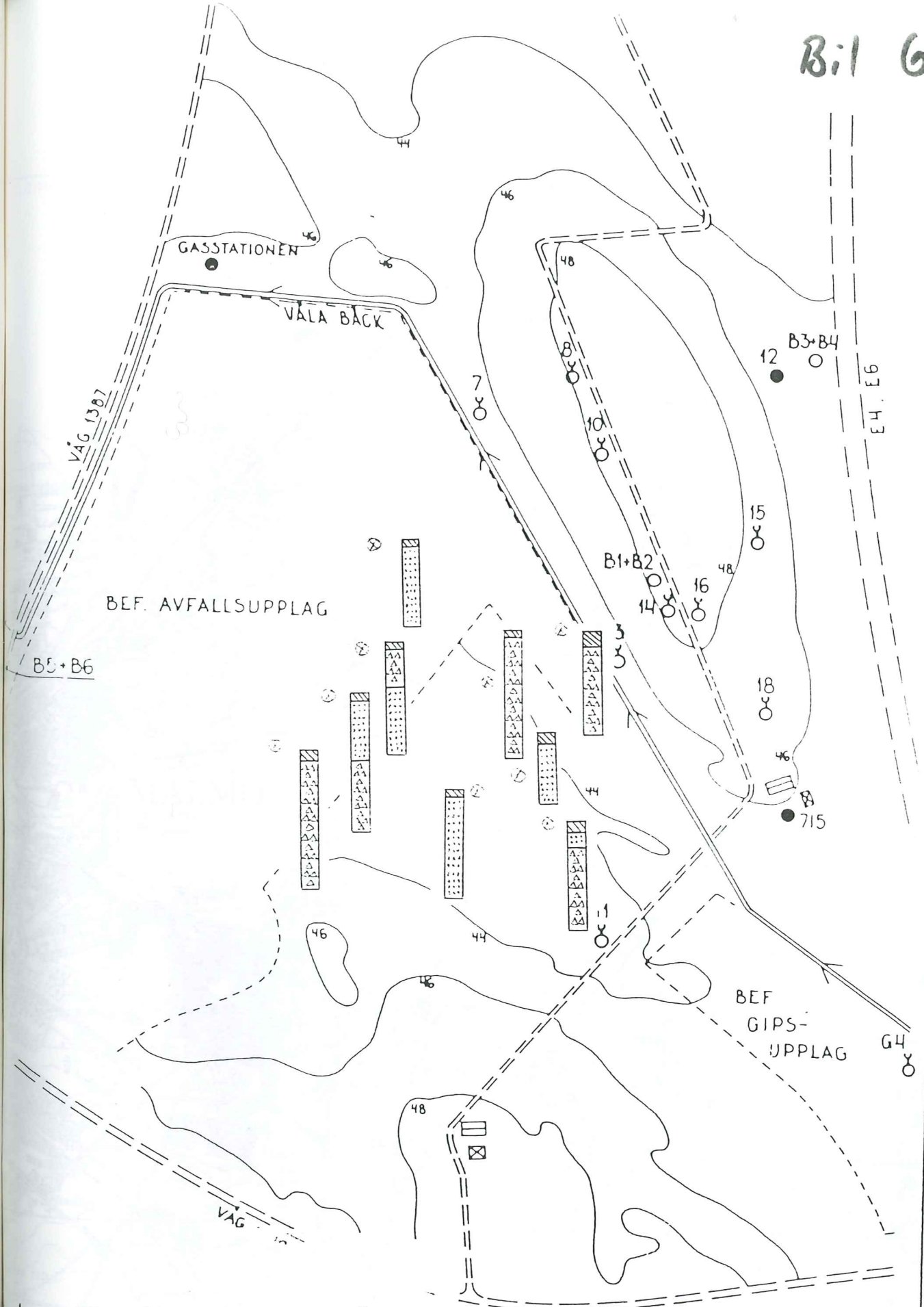
Helsingborg




Öresund



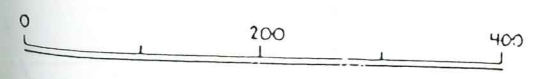
- BRUNNARNA B1- B6
- ÖVRIGA BRUNNAR
- ⊗ OBS- RÖR



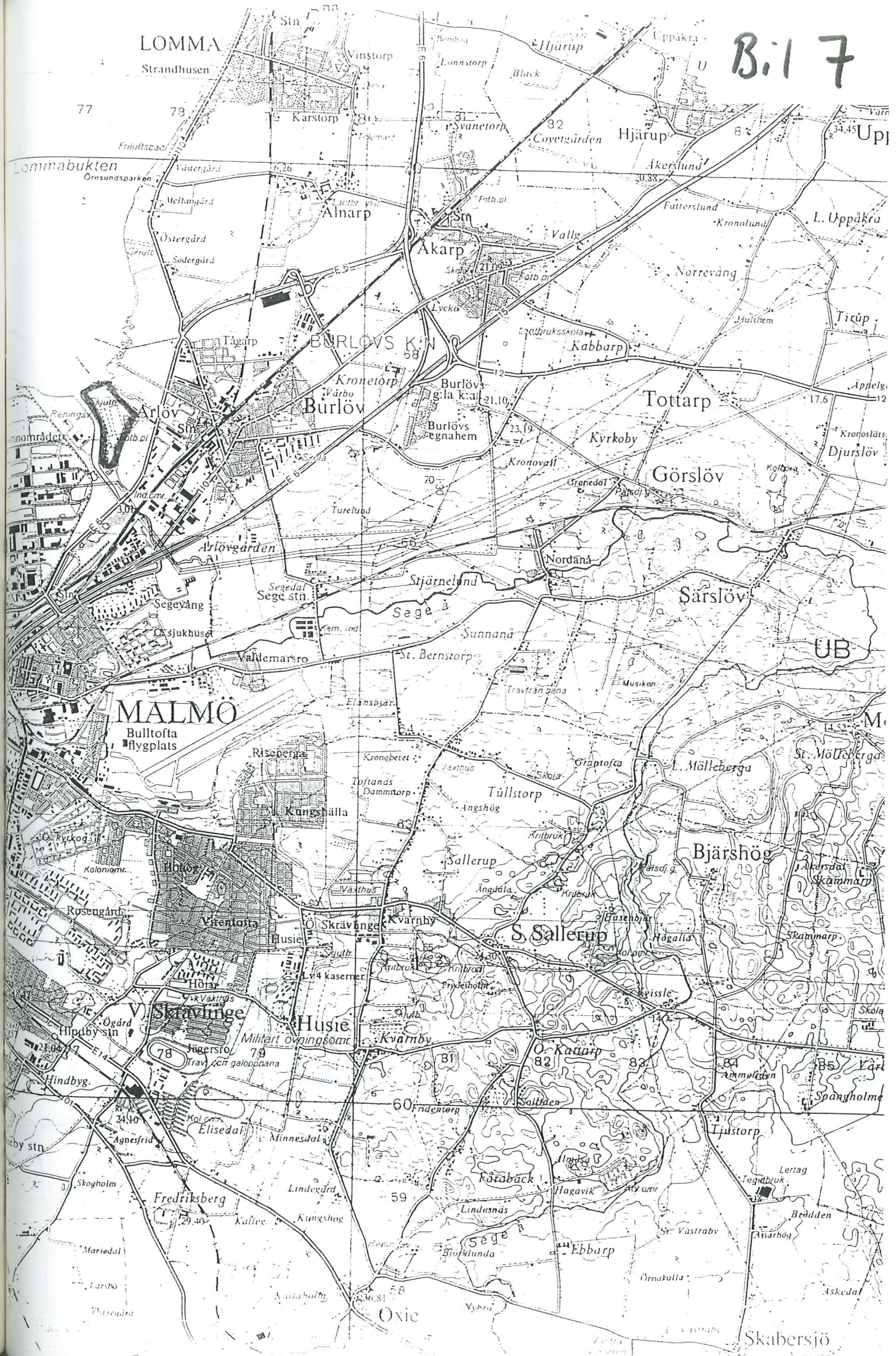


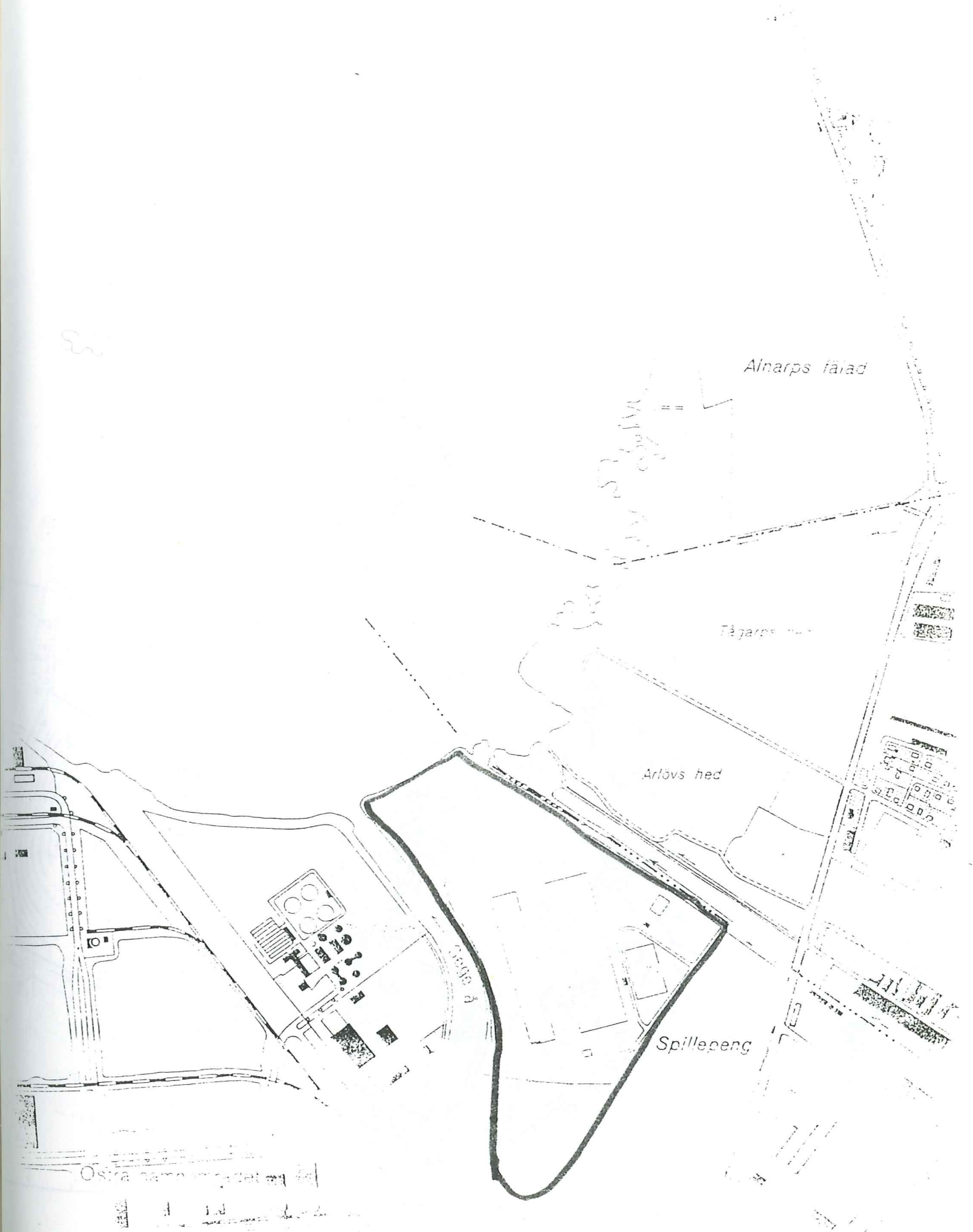
- Legend:
-  ytskikt
 -  sand och silt
 -  murar och murarlager

2,5 m

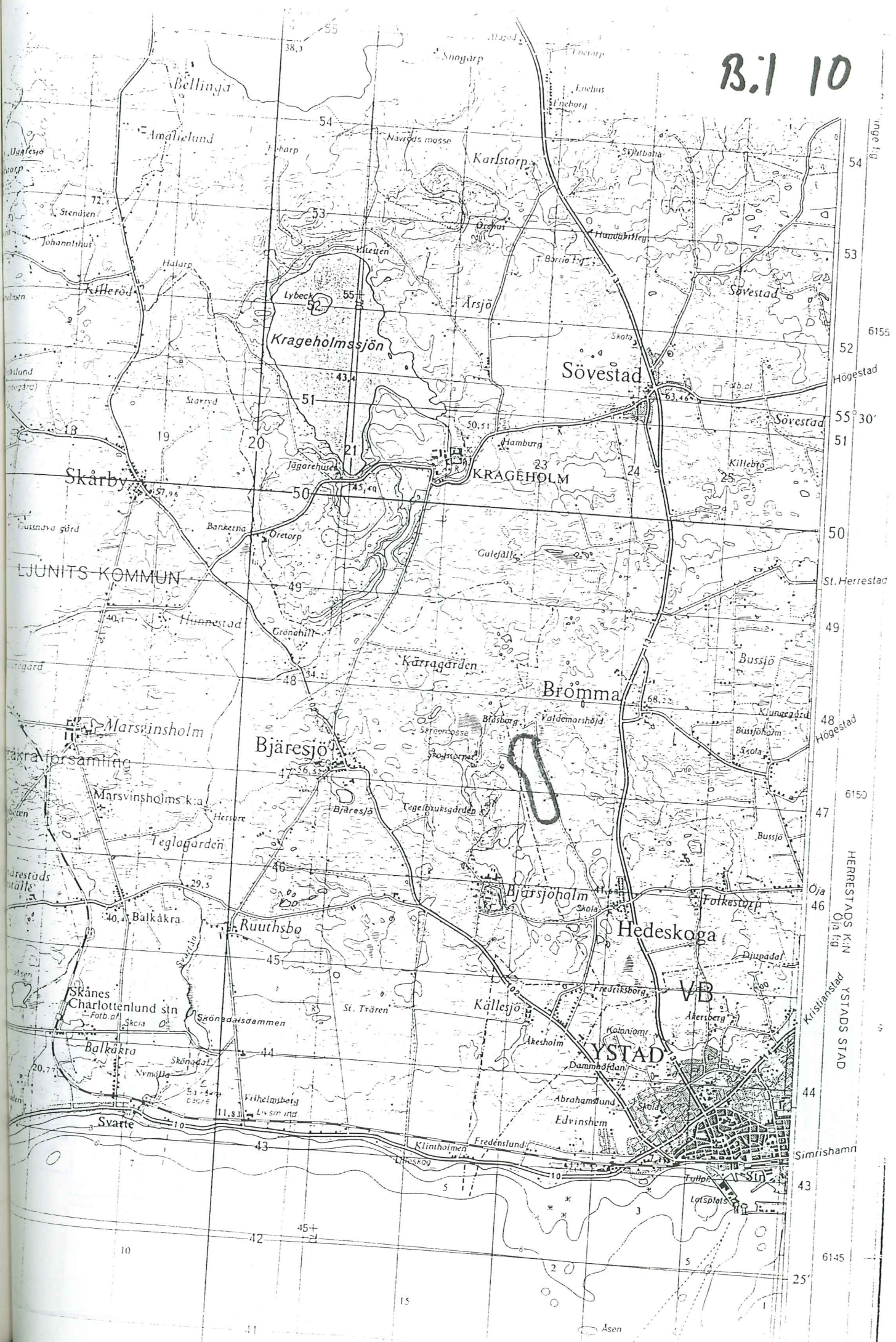


B.17





B.1 10



54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41

6155
Högestad
55° 30'
51
50
St. Herrestad
49
48
Högestad
6150
47
46
HEDERSTADS K.M.
OJA
45
KRIKSTANSTAD
YSTADS STAD
44
43
6145
25'

LJUNITS KOMMUN

KRÄVINGSAMNING

SKÅNES CHARLOTTENLUND S.M.

YSTAD

EDVINSHAMN

ABRAHAMSLUND

FREDENSLUND

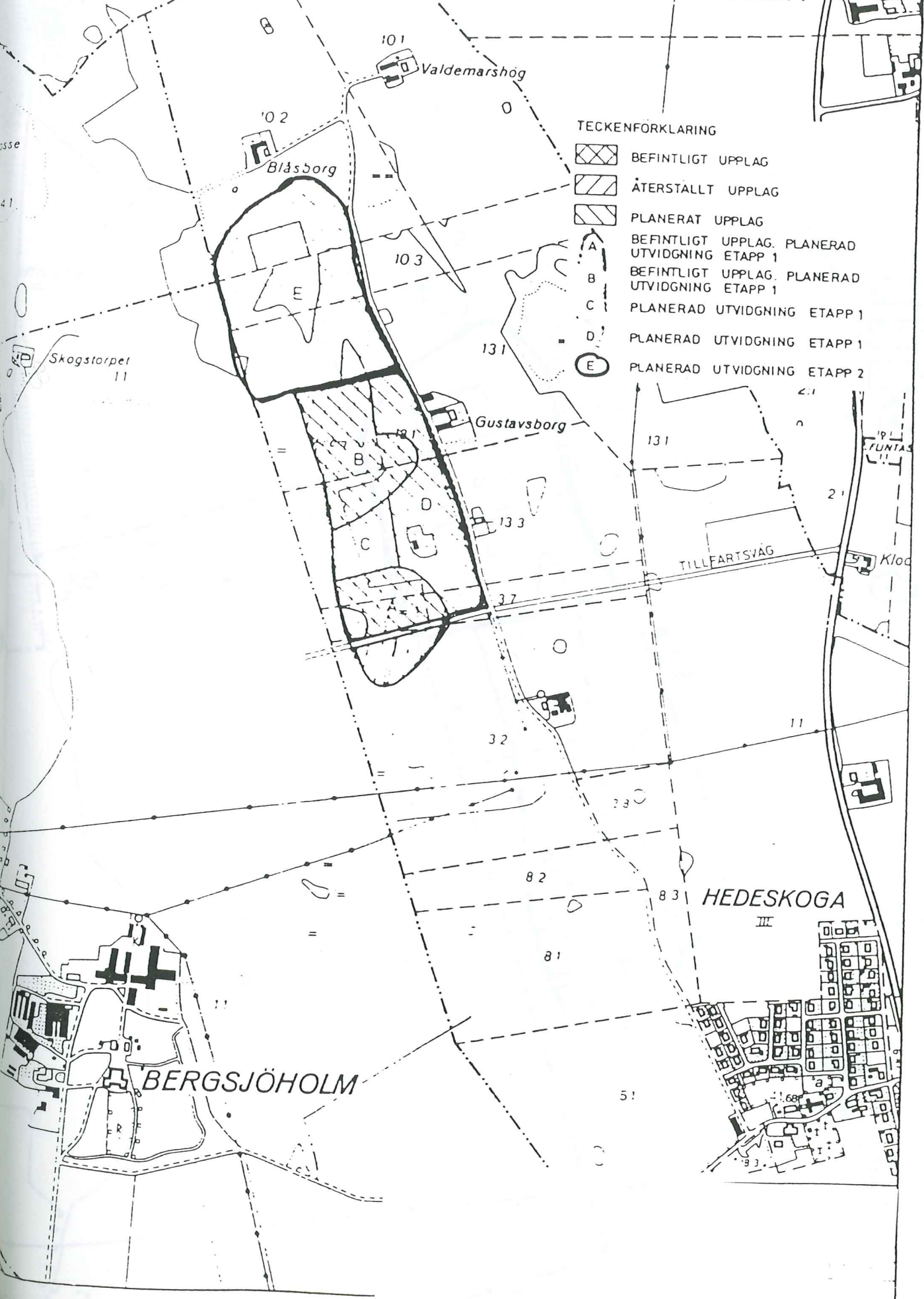
KLINTHOLMEN

SVARTE









ASSEN

B:1 11

BROMMA



TECKENFÖRKLARING

-  BEFINTLIGT UPPLAG
-  ÅTERSTÄLLT UPPLAG
-  PLANERAT UPPLAG
-  BEFINTLIGT UPPLAG. PLANERAD UTVIDGNING ETAPP 1
-  BEFINTLIGT UPPLAG. PLANERAD UTVIDGNING ETAPP 1
-  PLANERAD UTVIDGNING ETAPP 1
-  PLANERAD UTVIDGNING ETAPP 1
-  PLANERAD UTVIDGNING ETAPP 2

osse
41

Skogstorpet
11

BERGSJÖHOLM

HEDESKOGA
III

Klöd

STUNTAS

101
Valdemarshög

102
Blåsborg

103

131

131
Gustavsborg

133

32

82

81

131

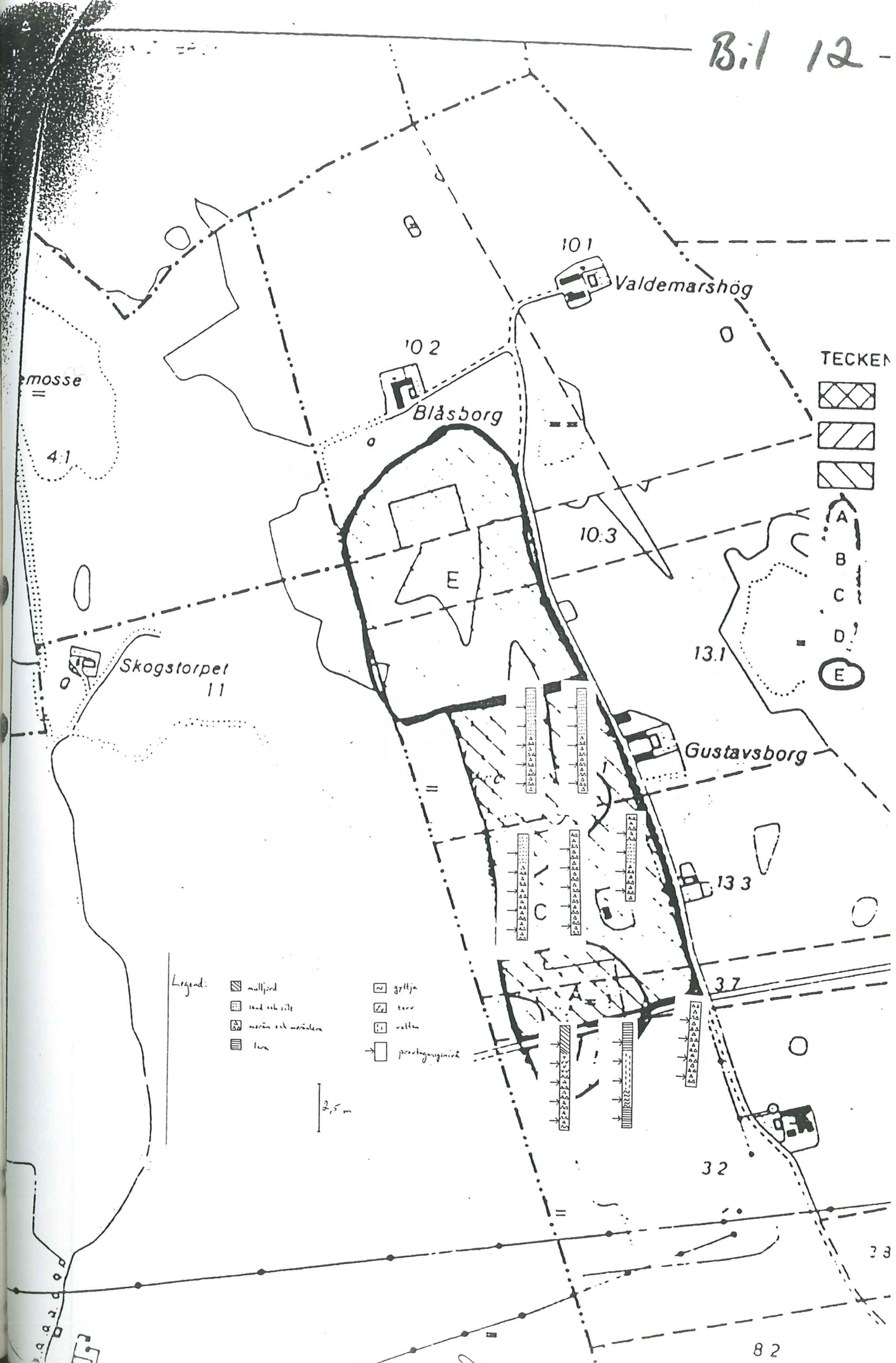
TILLFARTSVÄG

11

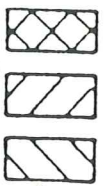
51

1.68

83



TECKEN



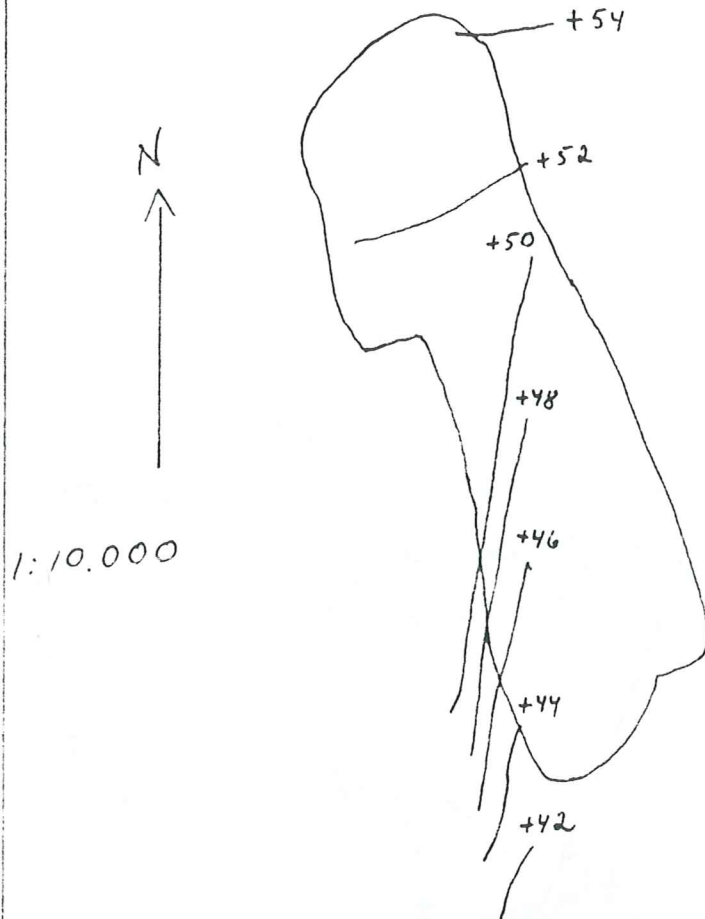
Legend:

- | | |
|------------------|--------------------|
| mulljord | gråttja |
| sten och silt | torv |
| trä och träskräp | vatten |
| lera | porslagningsinrikt |

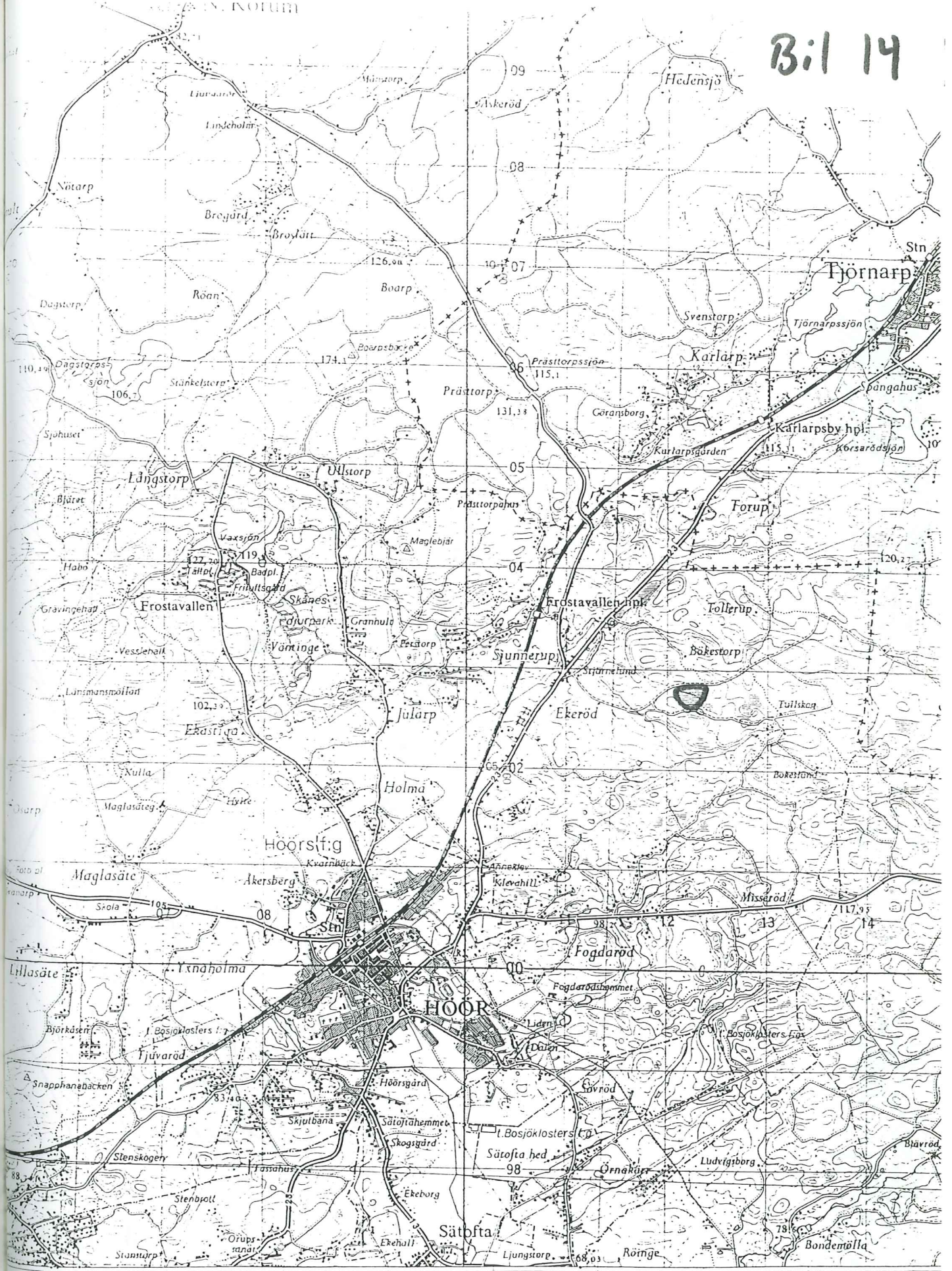
2,5 m

Hedeskoga grundvatten $\frac{1}{3}$ 1990.
Interpolation baserad på punkter utanför tuppen.

B:1 13



Bil 14



13 30 07 08 09 10 11 35' 12 13 14
 Bösjöklosters f.g SNOGERÖDS K:M
 1390
 Fulltofta f.g OSTRÅ FROSTA K:M
 Fulltofta

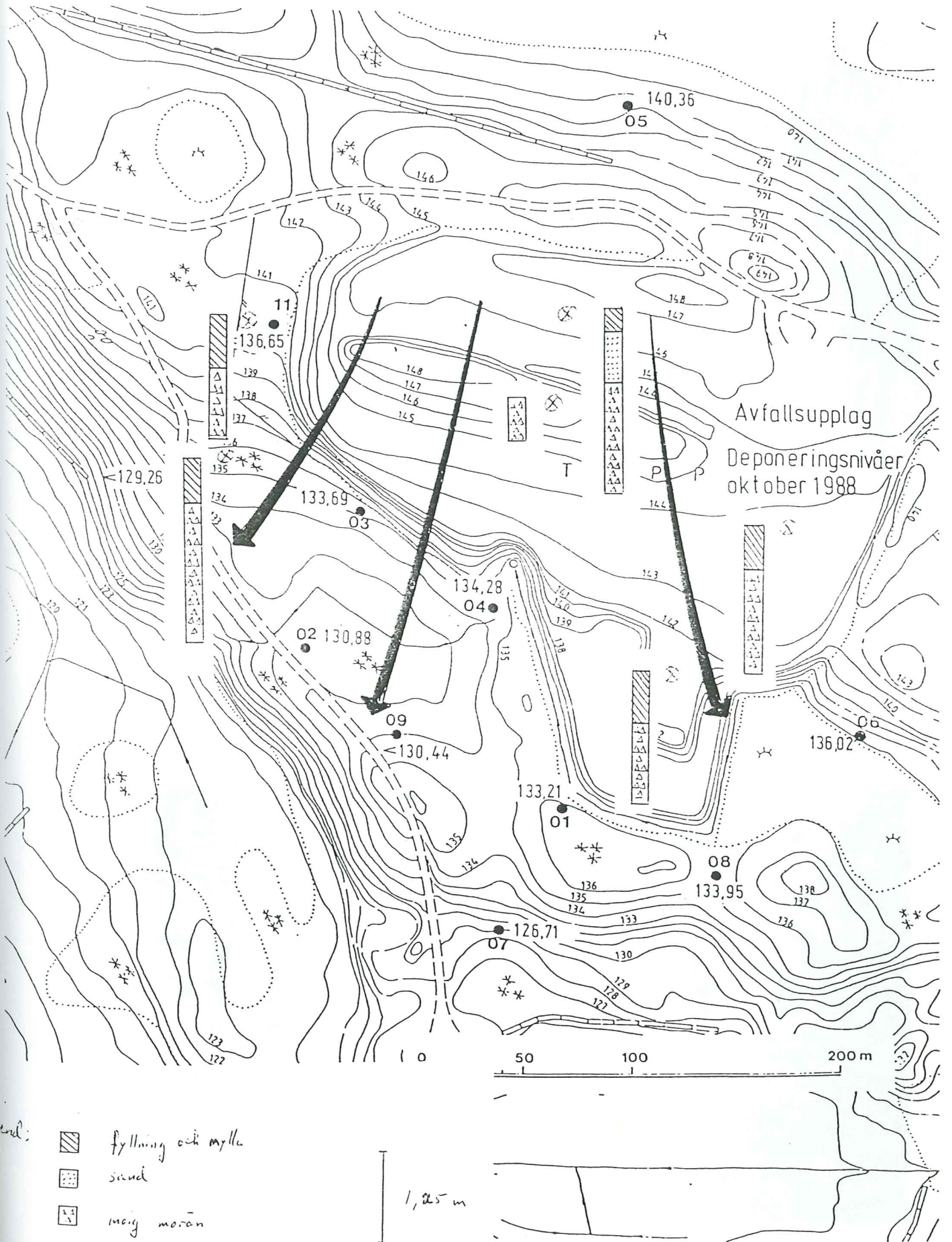
b




c

Skalan 1:50 000

1 2 3

Lutningsskala



- Legend:
-  fyllning och mylla
 -  sand
 -  marg morän

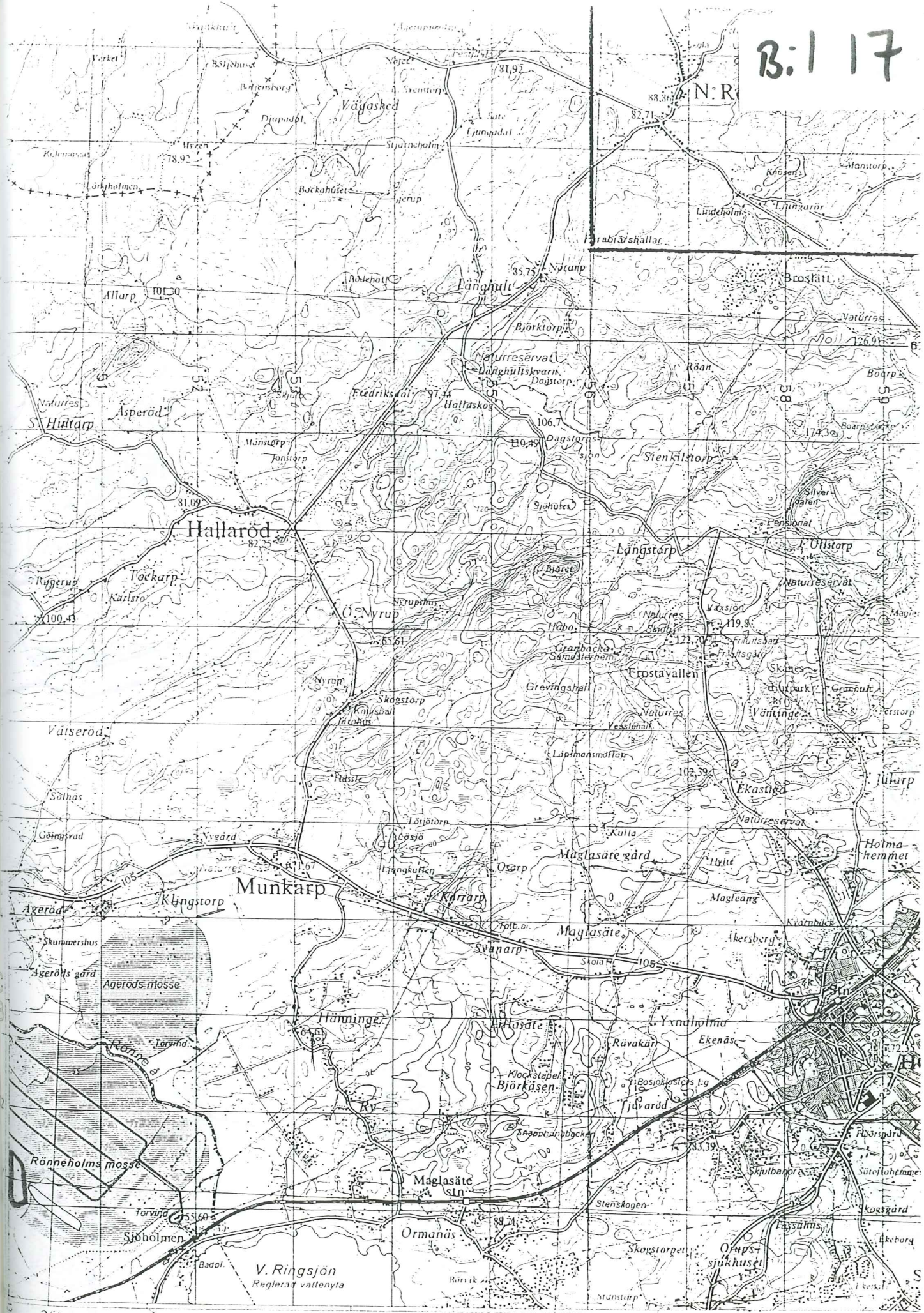


Ekeröd. Den större lakvattendammen.
Ekeröd. Den större lakvattendammen.



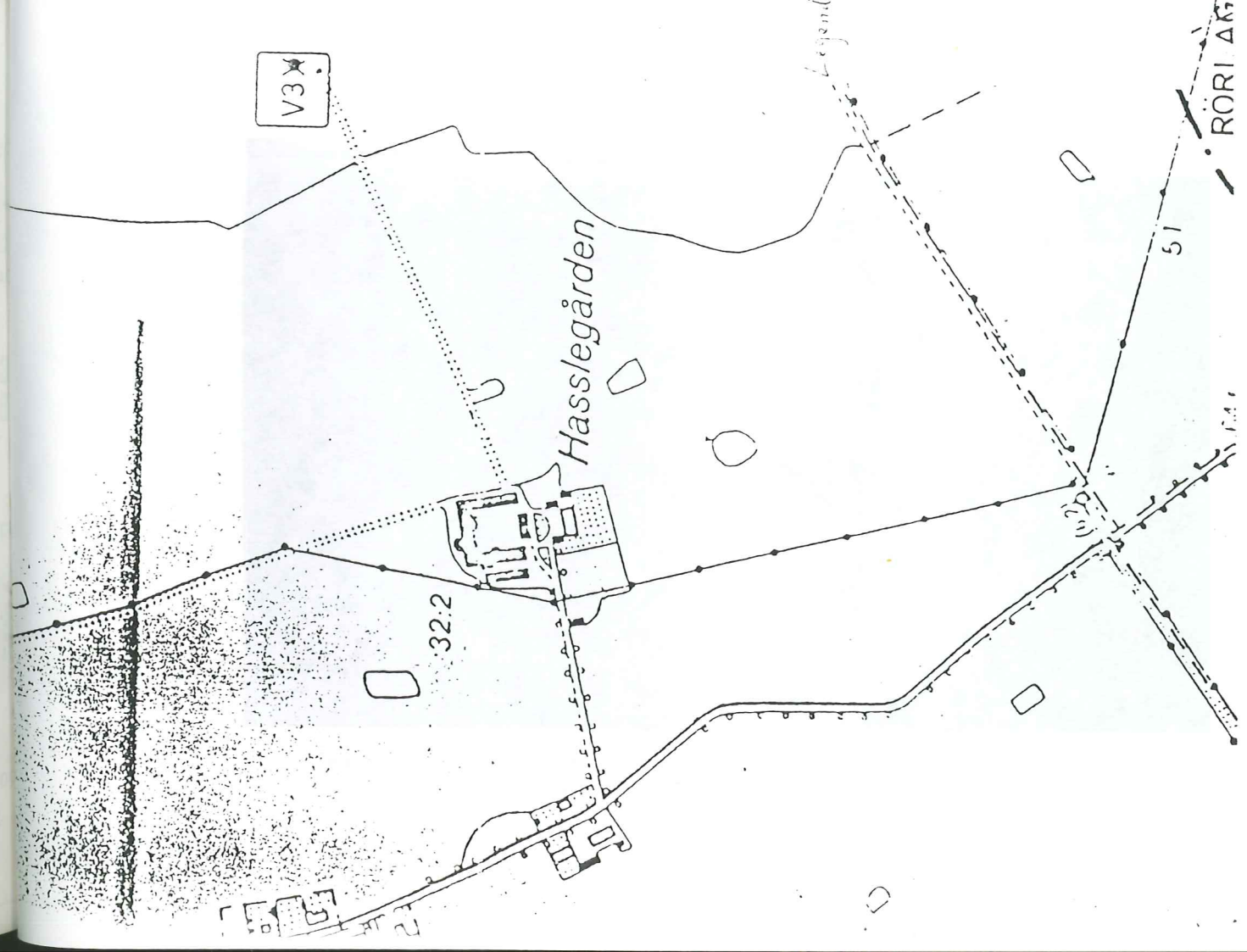
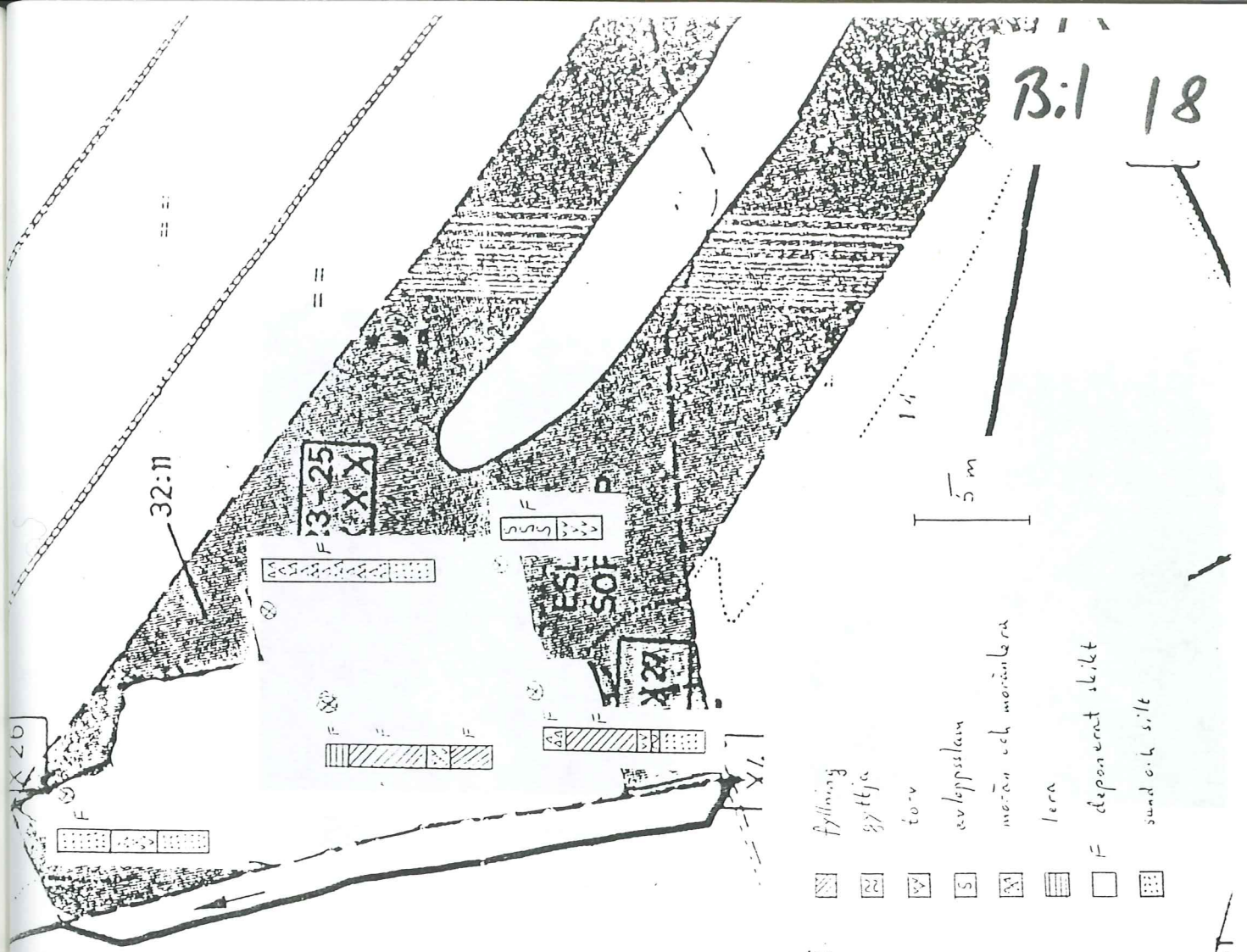
Ekeröd. Den mindre lakvattendammen.
Ekeröd. Den mindre lakvattendammen.

B:117



25' 51 52 53 54 55 13°30' 56

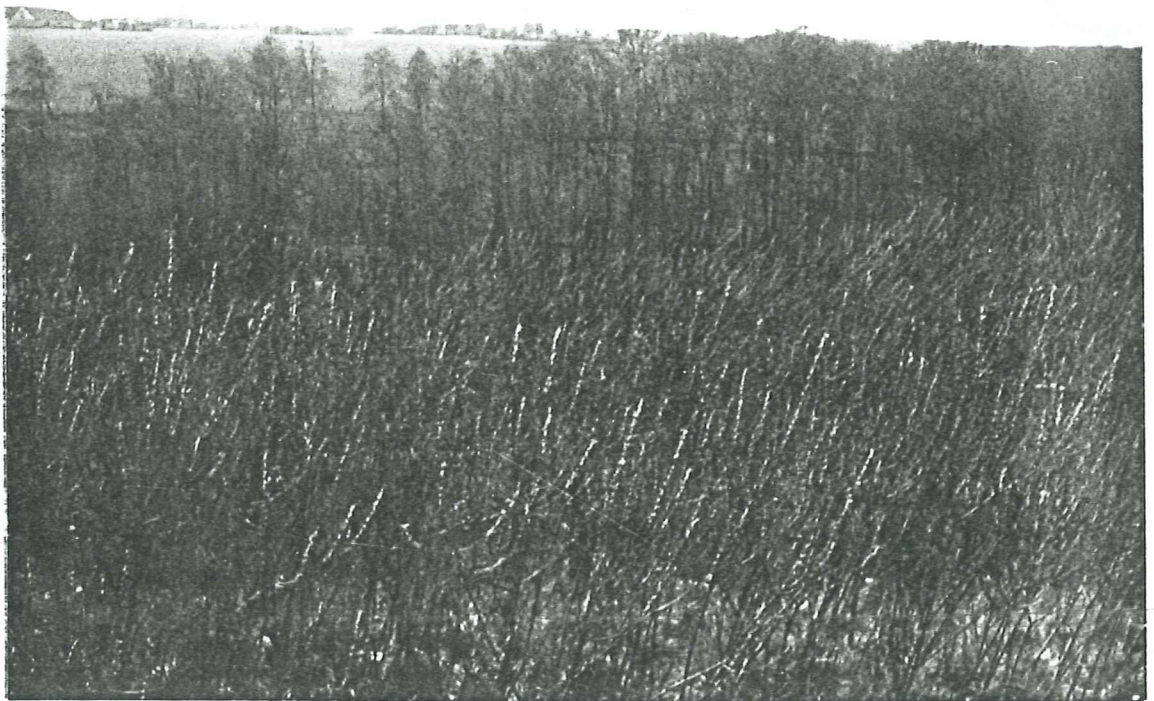
Munkarps län
Björnsjö län





Rönneholm. Dammen med rotator.

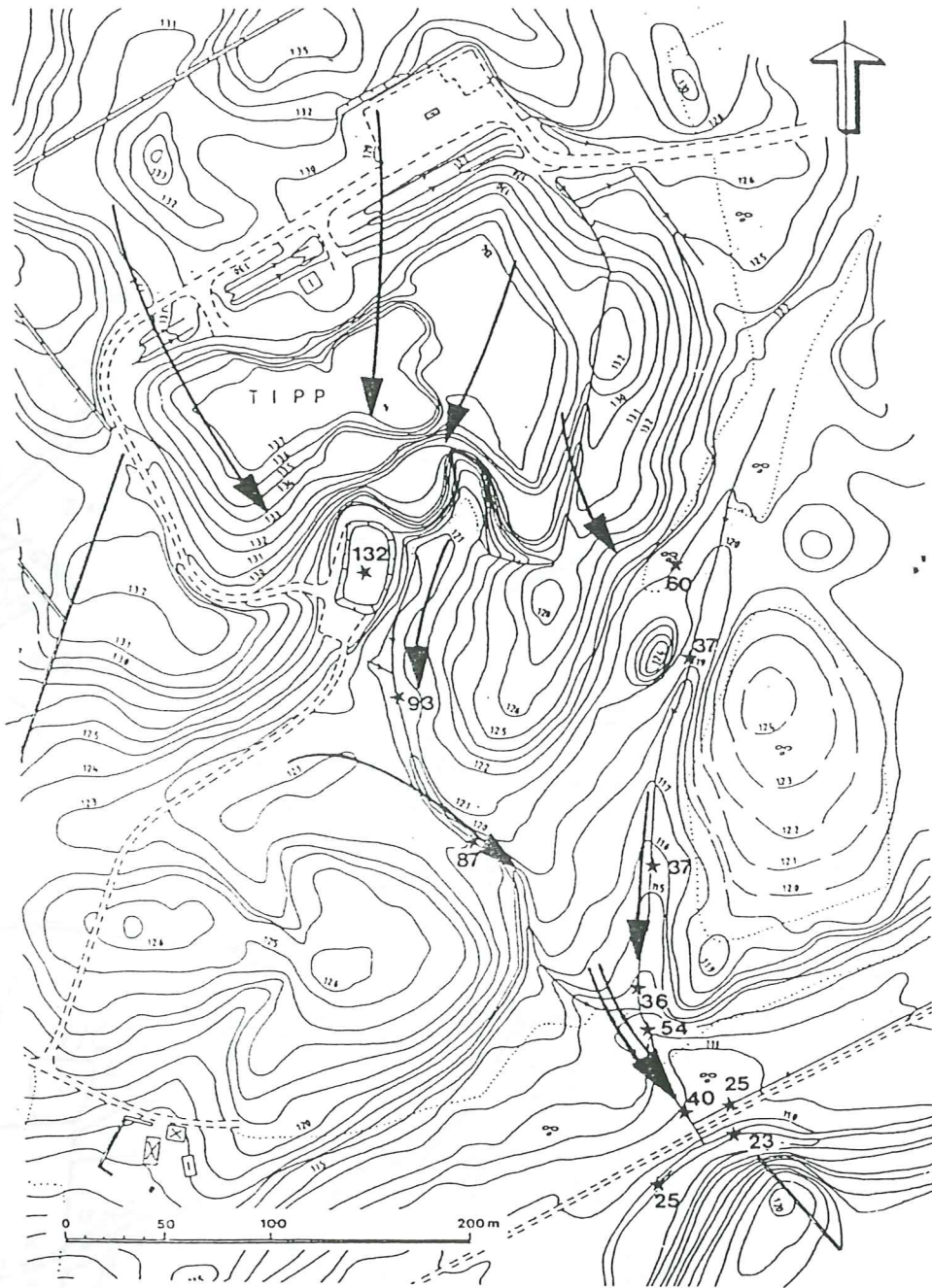
Rönneholm messe, Dammen med rotator.



Rönneholm. Energiskog.

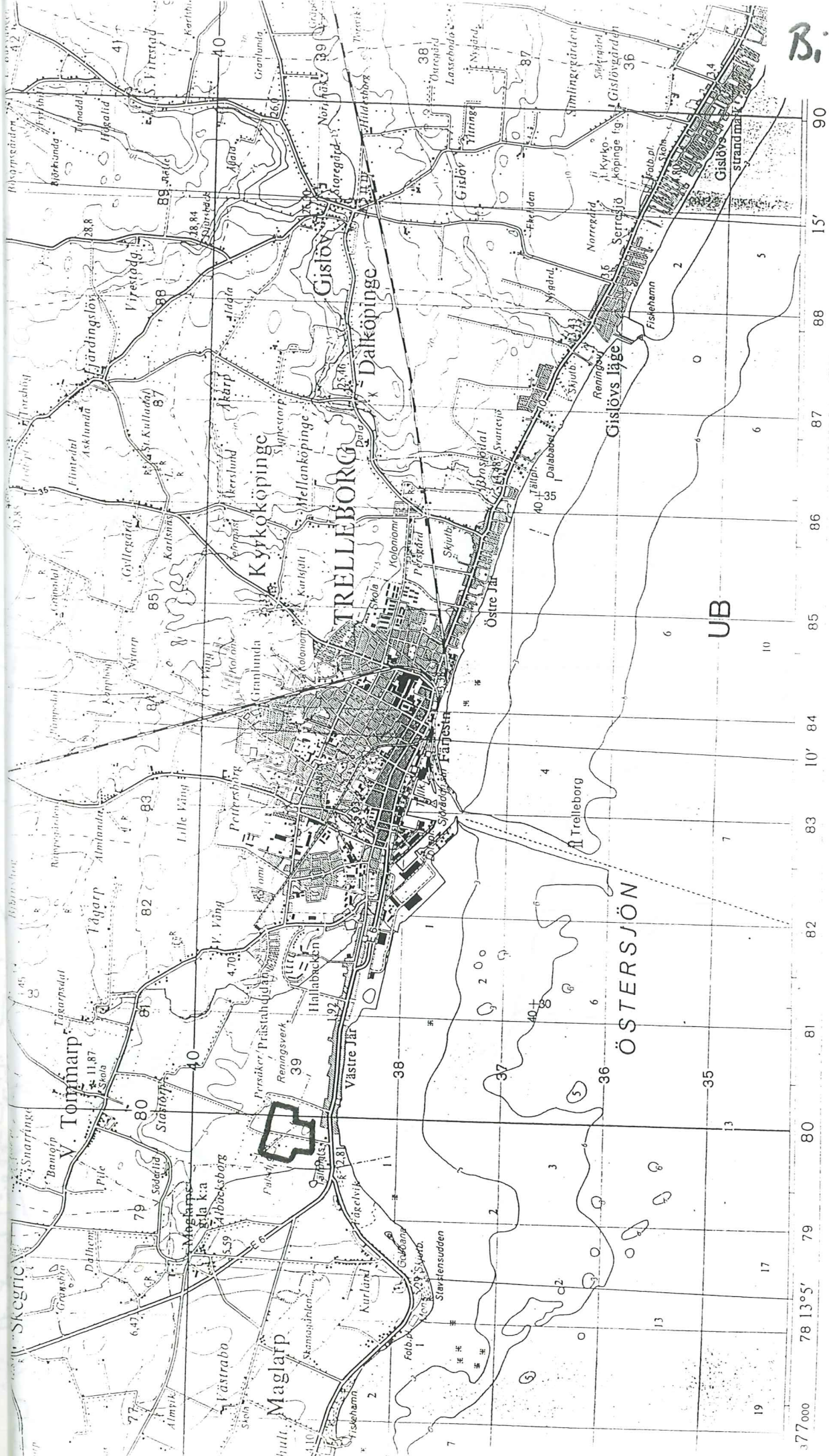
Rönneholm messe, Energiskog.





Stavrod. Deponeringsnivåer mars
1989 och grundvattnets huvudsakliga
flödesriktning.

B:1 23

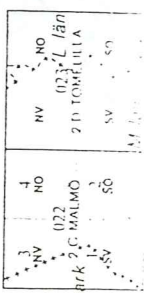


TRELLEBORGS K:N
OXIE och SKYTTS D:A

Skalan 1:50 000

Lutningskala

Kompassens missvisning 1973 - 1983, meddelad av Sveriges geologiska undersökning enligt vidstående översikt. Missvisningen är på grund av magnetiska störningar och varierar över tiden. För detaljer se Geografiska institutets publikation "Magnetiska störningar i Sverige".



Uppskattnings- och UTM-koordinat för Trelleborg. Koordinaterna är i UTM-systemet. UTM-systemet är ett koordinatsystem som används för kartor och GIS. Koordinaterna för Trelleborg är: Norra koordinat: 66 10 00, Östra koordinat: 13 35 00.

B:124

väs

Dränering i
Trelleborgs i
ningsföretag
1946

OMRÅDE FÖR AVFALL

Persåkar

7:3

2:3

7:14

7:11

2,5 m

Legend

- ☐ yttre
- ☐ sand och silt
- ☐ morän och sandsten
- ~~~~~ samtidigt utlägg

Språn

Albäcken

Tällpla

2.81

Albäcksskogen

23:1

58:3

20:1

22:1A

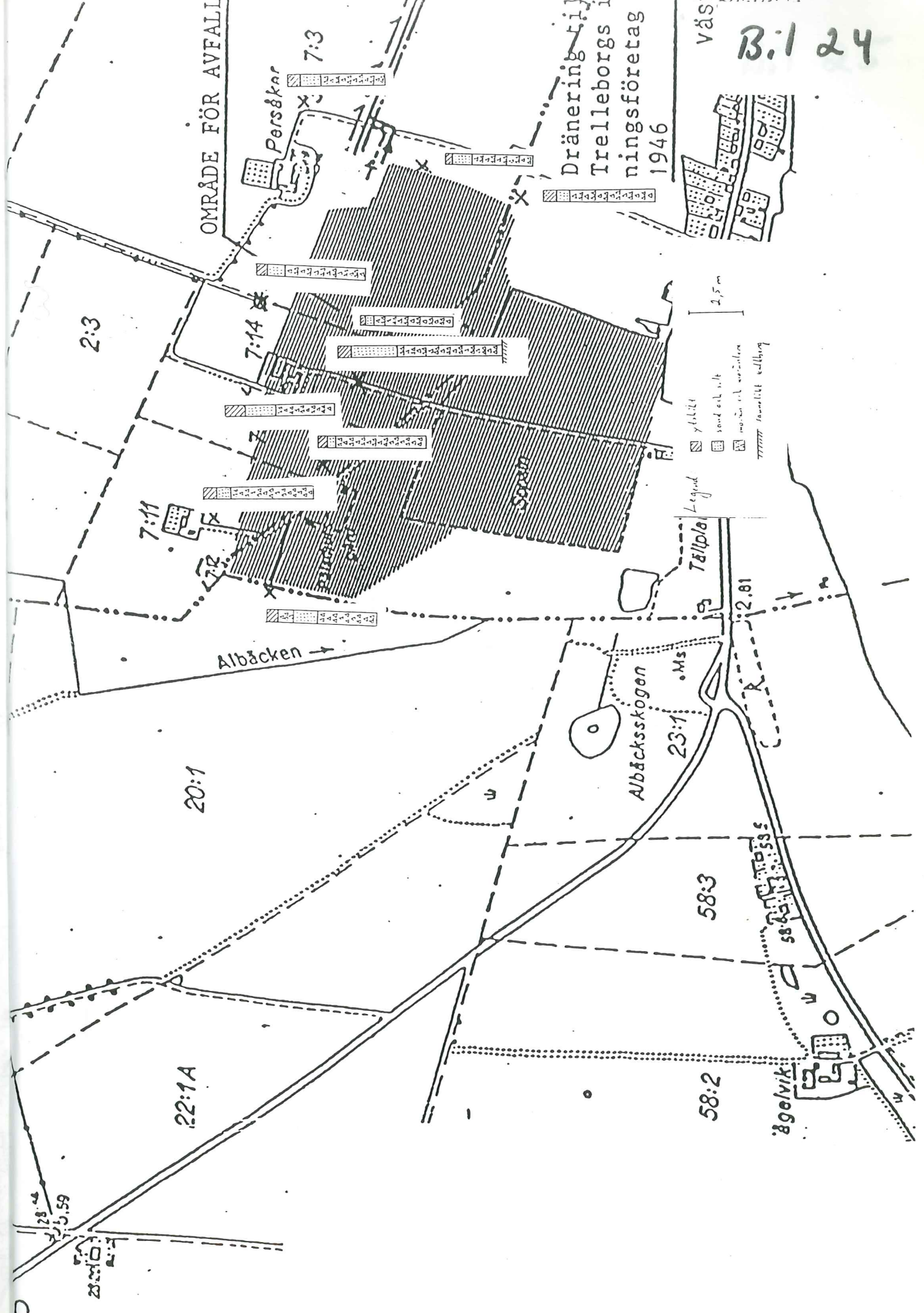
58:2

Ägelvik

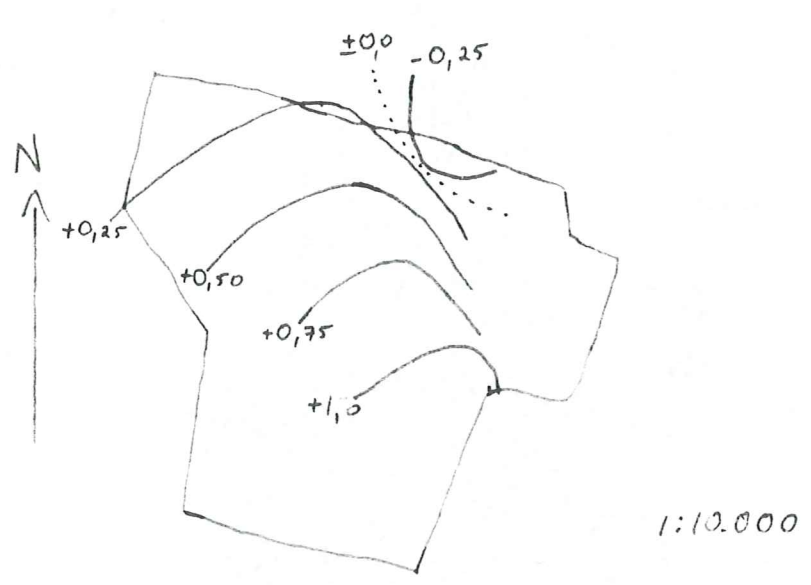
28.4

25.59

R.P.



Albäck grundvatten mars 1990.
Interpolation baserad enbart på provpunkter
utanför lakvattensystemet.



Lunds Universitets Naturgeografiska institution. Seminarieuppsatser.

Uppsatserna finns tillgängliga på Naturgeografiska institutionens bibliotek, Sölvegatan 13, 223 62 LUND.

1. **Pilesjö, P.** (1985): Metoder för morfometrisk analys av kustområden.
2. **Ahlström, K. & Bergman, A.** (1986): Kartering av erosionskänsliga områden i Ringsjöbygden.
3. **Huseid, A.** (1986): Stormfällning och dess orsakssamband, Söderåsen, Skåne.
4. **Sandstedt, P. & Wällstedt, B.** (1986): Krankesjön under ytan - en naturgeografisk beskrivning.
5. **Johansson, K.** (1986): En lokalklimatisk temperaturstudie på Kungsmarken, öster om Lund.
6. **Estgren, C.** (1987): Isälvsstråket Djurfälla-Flädermo, norr om Motala.
7. **Lindgren, E. & Runnström, M.** (1987): En objektiv metod för att bestämma läplante-ringars läverkan.
8. **Hansson, R.** (1987): Studie av frekvensstyrd filtringsmetod för att segmentera satellitbilder, med försök på Landsat TM-data över ett skogsområde i S. Norrland.
9. **Matthiesen, N. & Snäll, M.** (1988): Temperatur och himmelsexponering i gator: Resultat av mätningar i Malmö.
10. **Nilsson, S.** (1988): Veberöd. En beskrivning av samhällets och bygdens utbyggnad och utveckling från början av 1800-talet till vår tid.
11. **Tunving, E.** (1989): Översvämning i Murcia-provinsen, sydöstra Spanien, november 1987.
12. **Glave, S.** (1989): Termiska studier i Malmö med värmebilder och konventionell mätutrustning.
13. **Mjölbo, Y.** (1989): Landskapsförändringen - hur skall den övervakas?
14. **Finnander, M-L.** (1989): Vädrets betydelse för snöavsmältningen i Tarfaladalen.
15. **Ardö, J.** (1989): Sambandet mellan Landsat TM-data och skogliga beståndsdata på avdelningsnivå.
16. **Mikaelsson, E.** (1989): Byskeälvens dalgång inom Västerbottens län. Geomorfologisk karta, beskrivning och naturvärdesbedömning.
17. **Nilén, C.** (1990): Bilavgaser i gatumiljö och deras beroende av vädret. Litteraturstudier och mätning med DOAS vid motortrafikled i Umeå.
18. **Brasjö, C.** (1990): Geometrisk korrektion av NOAA AVHRR-data.
19. **Erlandsson, R.** (1991): Vägbanetemperaturer i Lund.
20. **Arheimer, B.** (1991): Näringsläckage från åkermark inom Brååns dräneringsområde. Lokalisering och åtgärdsförslag.
21. **Andersson, G.** (1991): En studie av transversalmoräner i västra Småland.

22. **Skillius, Å.** (1991): Water harvesting in Bakul, Senegal.
23. **Michelson, D.** (1991): Land Use Mapping of the That Luang – Salakham Wetland, Lao PDR, Using Landsat TM-Data.
24. **Malmberg, U.** (1991): En jämförelse mellan SPOT- och Landsatdata för vegetationsklassning i Småland.
25. **Mossberg, M. & Pettersson, G.** (1991): A Study of Infiltration Capacity in a Semiarid Environment, Mberengwa District, Zimbabwe.
26. **Theander, T.** (1992): Avfallsupplag i Malmöhus län. Dränering och miljöpåverkan.