



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Institutionen för vattenbyggnad
Meddelande nr 75

**Hydrologiska synpunkter
på deponeringsplatser
för fast avfall - fältundersökning
i Göteborgsområdet**

av

Mats Johansson Åke Johansson

Examensarbete 1973:4
Göteborg

EXAMENSARBETE

I

VATTENBYGGNAD

1973:4

Mats Johansson

Åke Johansson

Hydrologiska synpunkter på deponeringsplatser

för fast avfall-fältundersökning i Göteborgsområdet.

PROGRAM

Examensarbete 1973: 4 i vattenbyggnad, CTH.

Teknologerna Mats Johansson och Åke Johansson.

Hydrologiska synpunkter på deponeringsplatser för fast avfall - fältundersökning i göteborgsområdet

Behovet av deponeringsplatser för olika former av avfall ökar. Det finns i Sverige i dag ett stort antal större tippar i bruk - storleksordningen ett tusental - många av dem relativt gamla och anlagda och hanterade på ett ur miljösynpunkt olämpligt sätt. Sannolikt finns också många "återställda" tippar som medför vattenförorening av intilliggande yt- och grundvattenområden.

Den nya renhållningslagen gör kommunerna ansvariga för uppsamling, transport och omhändertagande av sopor samt renhållning i naturen. Vidare föreskriver Miljöskyddslagen att anläggningar för behandling och deponering av avfall ej får anläggas utan tillstånd eller dispens om den tillförda avfallsmängden överstiger 50 t/år, vilket i praktiken kommer att innebära en framtida obligatorisk tillståndsprövning av all kommunal sophantering. Det finns i detta sammanhang stora samhällsintressen att bevaka både ekonomiskt, resursmässigt och ur naturvårds- och miljösynpunkt. De hydrologiska och speciellt de geohydrologiska aspekterna på avfallstippars lokalisering, utformning och hantering spelar därvid en viktig roll och bör därför utgöra en rationell grund för den ingenjörsmässiga planeringen av tippområden.

I detta examensarbete kommer ett antal olika tippar i eller i närheten av göteborgsområdet att studeras i första hand ur hydrologisk synvinkel. Inventeringen av dessa deponeringsplatser skall klarlägga bl a

- a. geografiskt läge
- b. tippens typ och storlek

- c. placering i avrinningsområdet
- d. geohydrologiska förhållanden i tippområdet
- e. avfallens sammansättning, tippens hantering och utformning
- f. lakvattenbildning - budgetberäkning
- g. grund- och ytvattenpåverkan av tippen

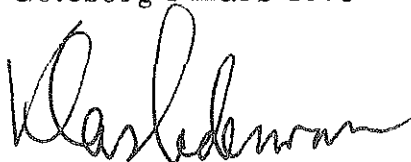
samt vidare

- h. ev tekniska utredningar och politiska beslut som ligger till grund för tippens placering och handhavande
- i. beräknad användningstid och planer för återställning
- j. sker fortlöpande kontroll av "miljöpåverkan" från tippen?

Det är en fördel, om någon eller några frågeställningar i anslutning till någon utvald avfallsplats penetreras djupare. Kontakt bör tas med berörda kommunala företrädare, länsstyrelsen, SNV osv.

Litteratur m m enligt anvisningar.

Göteborg i mars 1973



Klas Cederwall

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört vid Institutionen för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Univ. lektor Klas Cedervall har varit vår handledare. Vi tackar honom och alla övriga som hjälpt oss under arbetets gång(se KONTAKTER sid 167). Vidare vill vi rikta ett varmt tack till sekreteraren på Institutionen för vatten - byggnad, Ann-Marie Holmdahl, som svarat för utskriften av konceptet. Slutligen tackar vi för den hjälp vi erhållit av Gerd Jonsson på sektionens bibliotek.

Göteborg i oktober 1973

Åke Johansson

Mats Johansson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	1
1.1	<u>Definitioner</u>	1
1.2	<u>Vad är GRAAB och GRYAAB?</u>	5
1.3	<u>Regional översikt av geologiska och meteorologiska förhållanden</u>	6
2.	MILJÖVÅRDENS ORGANISATION I SVERIGE	8
3.	STATENS NATURVÅRDSVERKS ORGANISATION	10
4.	VIKTIGARE LAGAR, KUNGÖRELSE SAMT FÖRORDNINGAR M M SOM BERÖR NATURMILJÖN	12
5.	MILJÖSKYDDSLAGENS TILLÄMPNING	14
5.1	<u>Olika prövningsförfarande</u>	14
5.2	<u>Kontroll och tillsynsverksamhet</u>	15
6.	AVFALLSTIPPARS LOKALISERING UR HYDROGEOLOGISK SYNPUNKT	17
6.1	<u>Inledning</u>	17
6.2	<u>Lokalisering</u>	17
6.3	<u>Geohydrologiska synpunkter</u>	18
6.4	<u>Detaljlokalisering i terrängen</u>	25
6.5	<u>Budgetberäkning av läkvatten</u>	28
6.6	<u>Deponeringsplatsens funktion med hänsyn till undergrundens utseende</u>	29
6.7	<u>Beräkning av föroreningar av yt- och grundvatten</u>	32
6.8	<u>Förundersökningar</u>	33
7.	OLIKA AVFALLSTYPER	35
7.1	<u>Inledning</u>	35
7.2	<u>Hushållsavfall</u>	36
7.3	<u>Latrin</u>	40
7.4	<u>Handels- och kontorsavfall</u>	40
7.5	<u>Ofarligt industriavfall</u>	41
7.6	<u>Ofarligt sjukhusavfall</u>	41
7.7	<u>Byggnadsavfall</u>	41
7.8	<u>Kemiskt avfall, oljor, kemikalier och gifter</u>	42

7.9	<u>Gatu- och parkavfall</u>	46
7.10	<u>Schaktmassor</u>	46
7.11	<u>Skrotbilar</u>	46
7.12	<u>Slam från avloppsreningsverk</u>	47
7.13	<u>Aska och slagg från förbränningsanläggning</u>	47
7.14	<u>Bark</u>	48
8.	BEHANDLINGSMETODER FÖR AVFALL	49
8.1	<u>Inledning</u>	49
8.2	<u>Homogenisering</u>	49
8.3	<u>Oordnad tippning</u>	50
8.4	<u>Kontrollerad deponering</u>	51
8.5	<u>Kompostering</u>	59
8.6	<u>Kontrollerad förbränning</u>	61
8.7	<u>Några behandlingsmetoder på utvecklingsstadiet</u>	62
9.	DEPONERINGSPLATS FÖR ASKA, SLAGG OCH TERMISKT BEHANDLAT SLAM VID TAGENE	64
9.1	<u>Bakgrund</u>	65
9.2	<u>Allmänna förutsättningar</u>	66
9.3	<u>Nuvarande förhållanden</u>	67
9.4	<u>Prognostiserade mängder</u>	68
9.5	<u>Termiskt behandlat avloppsslam</u>	68
9.6	<u>Materialegenskaper</u>	72
9.7	<u>Urlakning av slam</u>	73
9.8	<u>Föroreningsrisker på grund av urlakning</u>	74
9.9	<u>Aktuellt deponeringsområde</u>	74
9.10	<u>Ettapp 1</u>	76
9.11	<u>Grundvattenförhållanden (Jorden)</u>	78
9.12	<u>Grundvattenförhållanden (Berget)</u>	79
9.13	<u>Bergtunnlar</u>	80
9.14	<u>Befintliga tippar</u>	81
9.15	<u>Ettapp 2</u>	81
9.16	<u>Vattentäkter</u>	81
9.17	<u>Deponering</u>	81
9.18	<u>Stabilitetsproblem</u>	82
9.19	<u>Skedesindelning</u>	82
9.20	<u>Omhändertagande och avledning av yt- och lakvatten</u>	82

9.21	<u>Beräknade volymer</u>	84
9.22	<u>Slutord</u>	84

Bilaga 9.1	Orienteringskarta	
- " - 9.2	Översiktsplan	
- " - 9.3	Geologisk översikt - jordarter	
- " - 9.4	Geologisk översikt - berggrund	
- " - 9.5	Hydrogeologisk översikt	
- " - 9.6	Förslag till uppfyllnad (Skede 1)	
- " - 9.7	Förslag till uppfyllnad (Skede 2)	
- " - 9.8	Förslag till uppfyllnad (Skede 3)	
- " - 9.9	Förslag till uppfyllnad (Skede 4)	
- " - 9.10	Yt- och lakvattenavledning	
- " - 9.11	Yt- och lakvattenavledning (detaljer)	
- " - 9.12	Vattenanalyser	
- " - 9.13	Vattenanalyser	
- " - 9.14	Sektioner	

10.	MÖLNDALS KOMMUNS DEPONERINGSPLATS VID KIKÅS	87
10.1	<u>Situationsbeskrivning</u>	88
10.2	<u>Avfallets sammansättning</u>	88
10.3	<u>Deponeringsområdets beskrivning</u>	89
10.4	<u>Avrinningsförhållanden</u>	90
10.5	<u>Yt- och grundvattentäkter</u>	94
10.6	<u>Tippens hantering och drift</u>	94
10.7	<u>Planerade åtgärder</u>	95
10.8	<u>Förslag till åtgärder för tippens återställande</u>	95
10.9	<u>Utformning av tippkroppen, tätning av tippöveryta samt ytvattenavledning</u>	97

Bilaga 10.1	Översiktskarta	
- " - 10.2	Avrinningsområdet, befintligt dike, föreslagen skärm och behandlingsanläggning osv.	

11.	LERUMS KOMMUNS DEPONERINGSPLATS VID HULTET	104
11.1	<u>Situationsbeskrivning</u>	105
11.2	<u>Avfallets sammansättning</u>	105
11.3	<u>Deponeringsområdets beskrivning</u>	109
11.4	<u>Avrinningsförhållanden</u>	109
11.5	<u>Yt- och grundvattentäkter</u>	113
11.6	<u>Tippens hantering och drift</u>	113
11.7	<u>Planerade åtgärder</u>	113
11.8	<u>Bedömning</u>	115

Bilaga 11.1	Avrinningsområdet
- " - 11.2	Principförslaget m. m.

12.	MARKS KOMMUNS DEPONERINGSPLATS PÅ FASTIGHETEN BERGHEM 8:3	121
12.1	<u>Situationsbeskrivning</u>	122
12.2	<u>Avfallets sammansättning</u>	122
12.3	<u>Deponeringsområdets beskrivning</u>	125
12.4	<u>Avrinningsförhållanden</u>	125
12.5	<u>Yt- och grundvattentäkter</u>	128
12.6	<u>Tippens hantering och drift</u>	129
12.7	<u>Planerade åtgärder</u>	131
12.8	<u>Bedömning</u>	132

Bilaga 12.1	Avrinningsområdet
- " - 12.2	Nuvarande och planerad tipp m. m.

13.	DEPONERINGSPLATS FÖR SÅGVERKSAVFALL PÅ FASTIGHETEN ÖRLANDA 9:1 I FRISTADS KOMMUN	137
13.1	<u>Situationsbeskrivning</u>	138
13.2	<u>Avfallets sammansättning</u>	138
13.3	<u>Deponeringsområdets beskrivning</u>	138
13.4	<u>Avrinningsförhållanden</u>	139
13.5	<u>Yt- och grundvattentäkter</u>	142
13.6	<u>Tippens hantering och drift</u>	142
13.7	<u>Planerade åtgärder</u>	143
13.8	<u>Bedömning</u>	143

Bilaga 13.1 Översiktskarta med avrinningsområde

- " - 13.2 Nuvarande och planerad tipp m. m.

14.	GÖTEBORGS KOMMUNS DEPONERINGSPLATS BRUDAREMOSEN	147
14.1	<u>Situationsbeskrivning</u>	148
14.2	<u>Avfallets sammansättning</u>	148
14.3	<u>Deponeringsområdets beskrivning</u>	148
14.4	<u>Avrinningsförhållanden</u>	150
14.5	<u>Yt- och grundvattentäcker</u>	154
14.6	<u>Dräneringsvattnets beskaffenhet och omhändertagande (3 alternativ)</u>	154
14.7	<u>Kommentar till de tre alternativen</u>	155
14.8	<u>Planerade åtgärder</u>	160
14.9	<u>Bedömning</u>	161

Bilaga 14.1 Översiktskarta

- " - 14.2 Avrinningsområde m. m.

- " - 14.3 Tippens planerade utseende i plan

- " - 14.4 Brudaremossen som fritidsområde, planerade aktiviteter

LITTERATURFÖRTECKNING 164

KONTAKTER 167

MEDDELANDEN FRÅN INSTITUTIONEN FÖR VATTENBYGGNAD
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA 169

1. INLEDNING

Efter kontakt med berörda personer och myndigheter gjordes fältarbetena under april och maj månad 1973. Under fältarbetena och litteraturstudierna märkte vi en viss begreppsförvirring. Ord som lakvatten, pressvatten och dräneringsvatten användes ofta om samma sak. För att inga oklarheter skall råda, erfordras en förklaring av vissa uttryck. Flera av dessa är allmänt vedertagna.

1.1 Definitioner (Fig. 1.1, 2, 3, 4, 5)

Lakvatten = av tippmassorna förorenat exfiltrerat vatten

Dräneringsvatten = genom slutna ledningar eller öppna diken uppsamlat lakvatten

Pressvatten = denna benämning har inte använts i detta arbete, men i litteraturen är pressvatten normalt synonymt med lakvatten.

Infiltrationskoefficient = anger hur stor del av nederbörden som infiltreras inom ett visst område (tabell 6.1). Vad beträffar händelseförloppet vid ett måttligt regn se fig. 1.5. [2]

Infiltrations- och exfiltrationsområden = inströmnings- resp utströmningsområden (fig. 1.4) (Se avsnittet "Avfallstippars lokalisering ur hydrogeologisk synpunkt, kap 6.)

Pall = horisontellt skikt i tippkroppen som regel omgivet av täckskikt

Sträng = begränsad del av en pall. Ofta belägen vinkelrätt mot tippriktningen och omgiven av täckskikt på fyra sidor.

Inre ytvattendike (drändike) = öppet dike för uppsamling och bortledande av lakvatten

Yttre ytvattendike = öppet dike för uppsamling och bortledande av icke förorenat vatten från omgivande del av nederbördsområdet

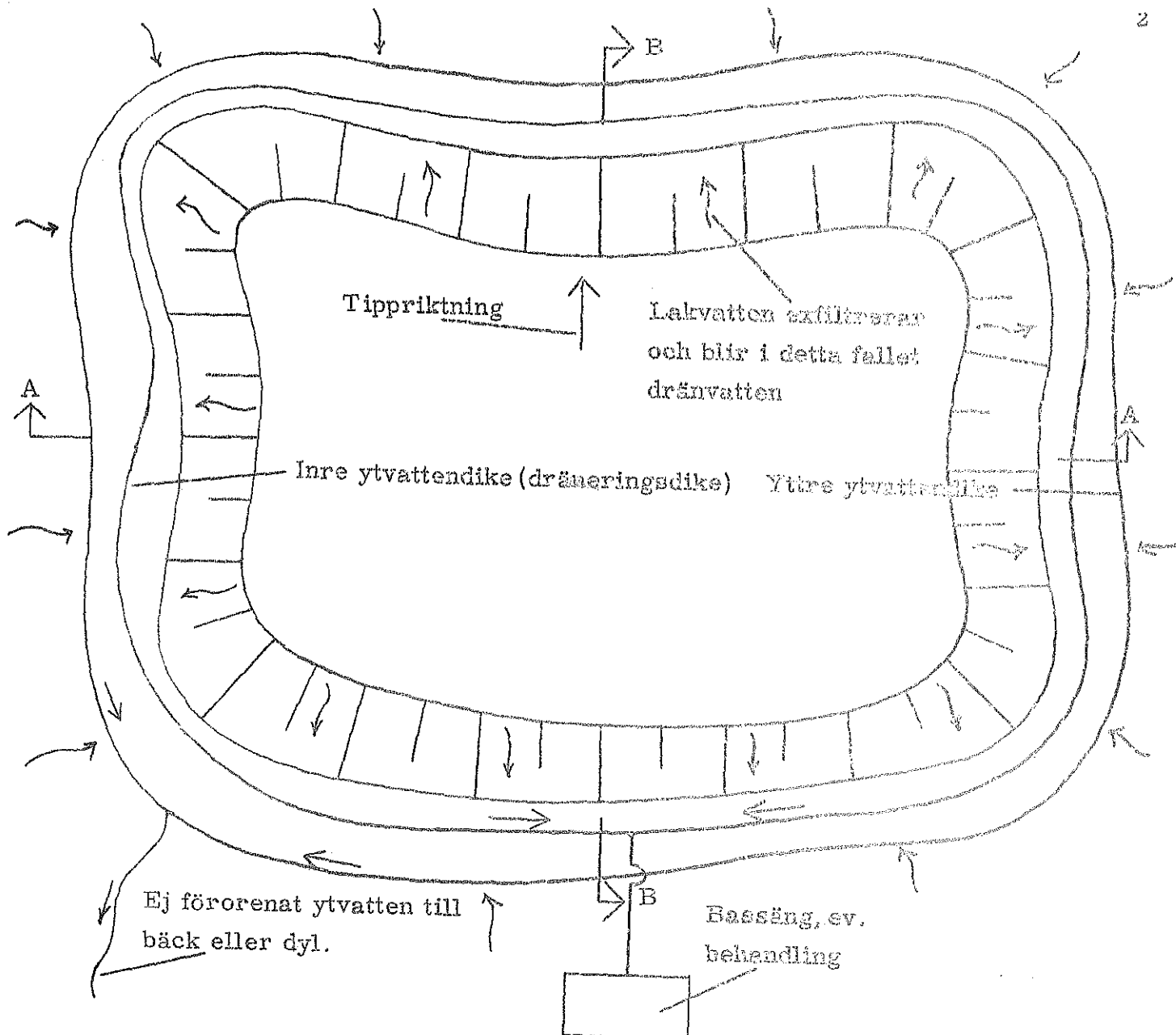


Fig. 1.1 Plan över en vanlig tipptyp.

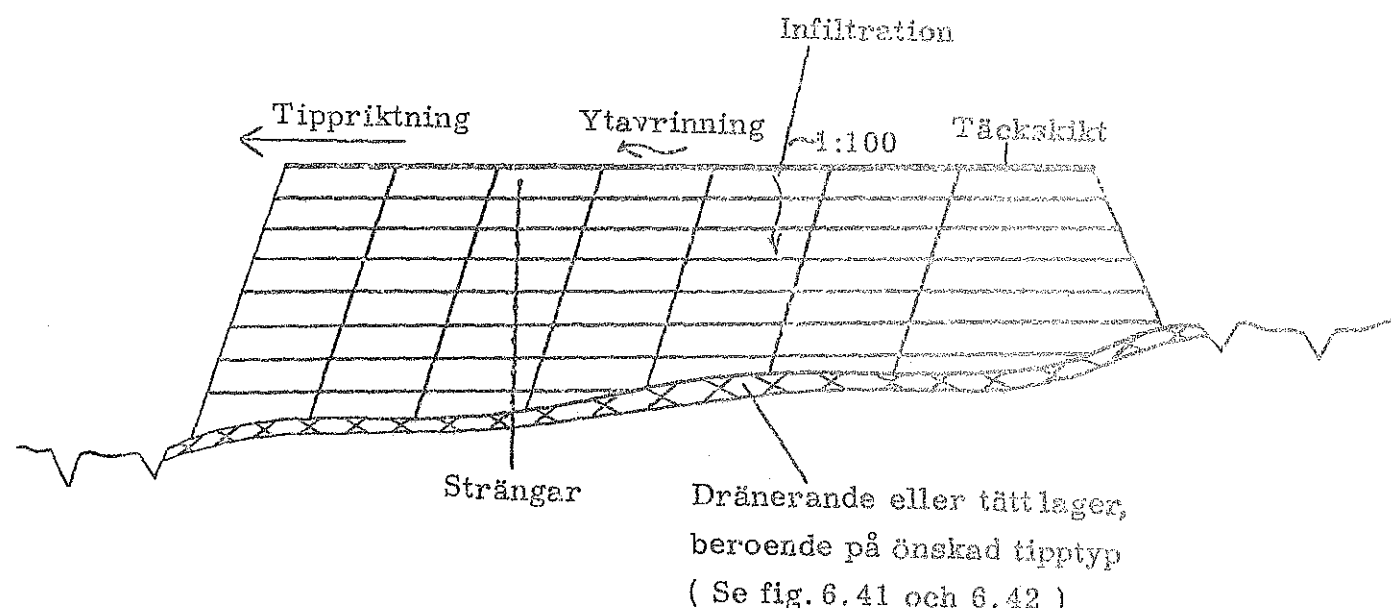


Fig. 1.2 Sektion B-B

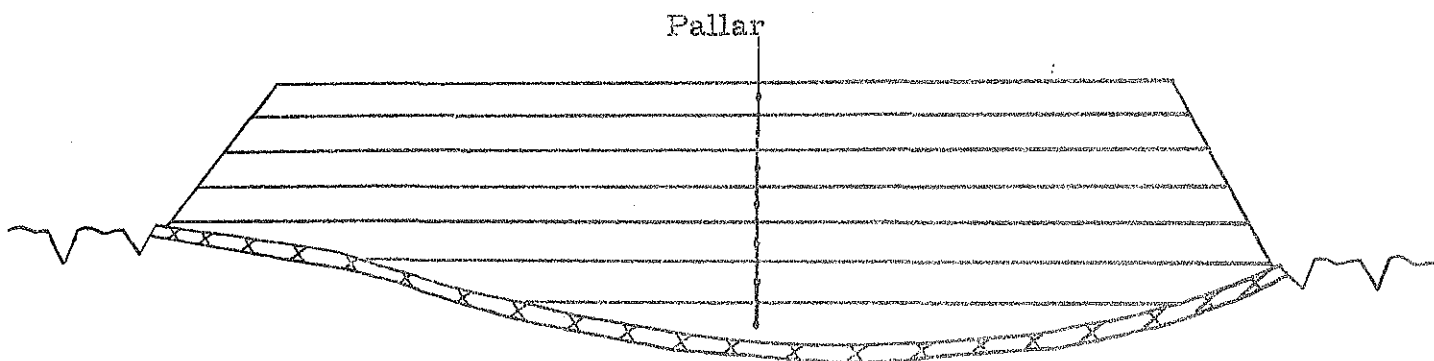
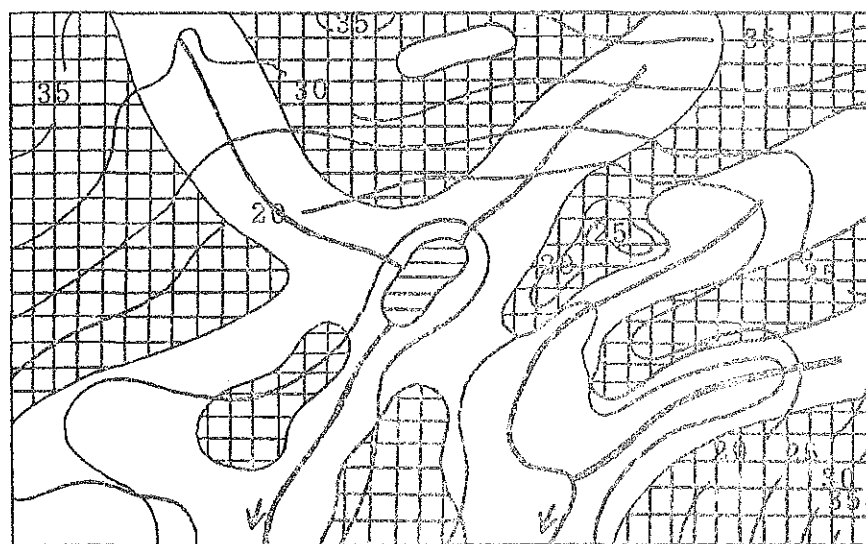


Fig. 1.3 Sektion A-A



 = Infiltrationsområden

 = Exfiltrationsområden

 = Sjö

Fig. 1.4 Karta över ett markområde med inströmnings- och utströmningsregioner. [1]

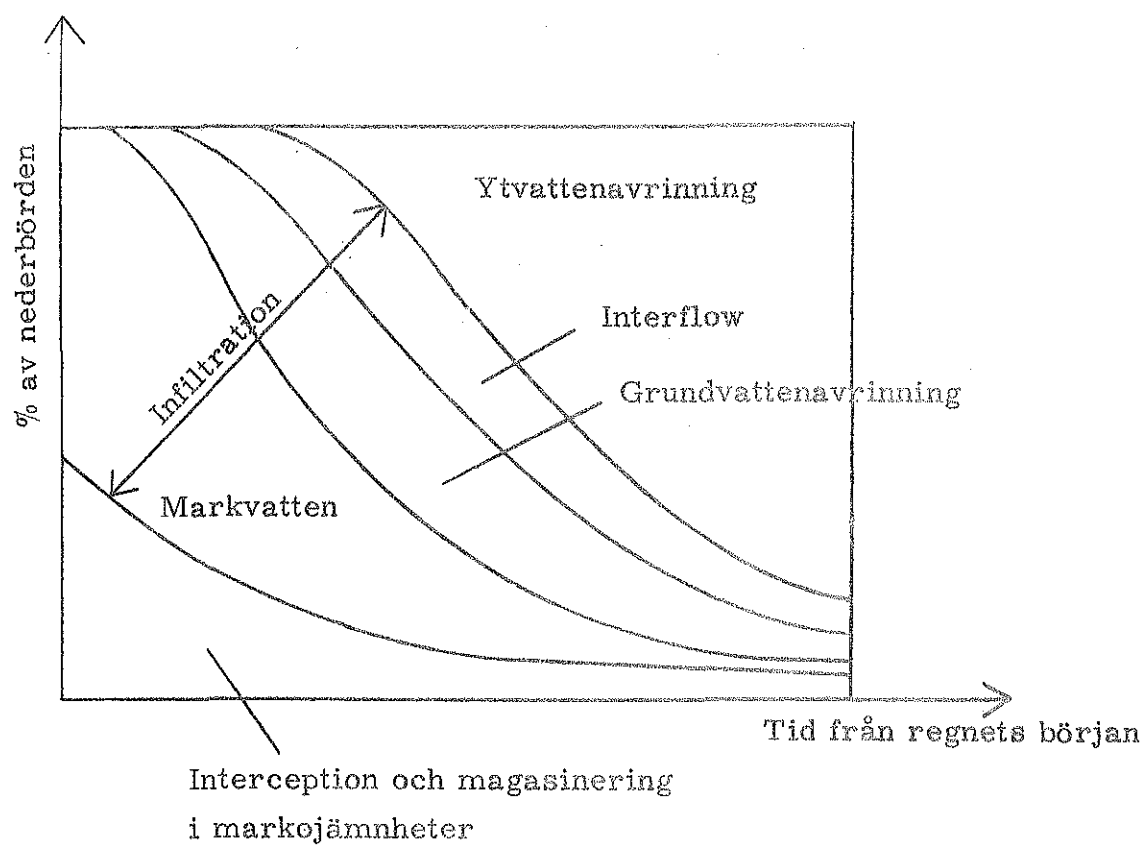


Fig. 1.5 Avrinningens principiella fördelning vid regn av måttlig intensitet. [2]

Farligt avfall = avfall som kan åstadkomma omedelbara skadeverkningar på den miljö i vilken det sprids. T.ex. kan emission av visst kemiskt avfall och sjukhusavfall göra yt- och grundvatten hälsovådligt.

Ofarligt avfall = avfall som inte åstadkommer omedelbara skadeverkningar på den miljö, i vilken det sprides. Hit räknas sålunda ex. vis hushållsavfall även om detta på längre sikt kan ge upphov till hög biokemisk syreförbrukning i grund- och ytvatten nedströms en deponering av sådant avfall.

1.2 Vad är GRAAB och GRYAAB?

För att kunna lösa avfallsfrågan och avloppsfrågan på ett optimalt sätt, har kommunerna i Göteborg med omnejd strävat efter regionala lösningar.

Detta har resulterat i de två interkommunala bolagen GRAAB (Göteborgsregionens Avfallsaktiebolag) samt GRYAAB (Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag).

1.21 GRAAB

Följande kommuner äger och betjänas av GRAAB:

Askim, Göteborg, Härryda, Kungsbacka, Kungälv, Lerum, Mölndal, Nödinge, Onsala, Partille, Skepplanda, Starrkärr och Öckerö,

Invånarantalet uppgår till ungefär 700.000. Kommunerna har i regel egna uppläggningsplatser vad avser schaktmassor, byggnadsavfall och annat icke brännbart avfall. GRAAB:s förbränningsanläggning i Sävenäs tar emot och behandlar brännbart avfall, bestående av hushållsavfall, ordinärt industriavfall o d. GRAAB har dessutom regionala omlastningsstationer samt transportapparat för forsling av avfall från omlastningsstationerna till förbränningsanläggningen.

Slamsugningsaktiebolaget, som är ett dotterbolag till GRAAB, skall svara för insamling av oljeavfall, kemiskt avfall o dyl.

1.22 GRYAAB

GRYAAB ägs av och betjänar eller skall framgent betjäna följande kommuner:

Askim, Göteborg, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal, Nödinge, Partille och Starrkärr.

Verksamheten omfattar anläggande och drift av ett regionalt tunnel- och ledningssystem samt ett gemensamt reningsverk för avloppsvatten, Rya-verket.

1.3 Regional översikt av geologiska och meteorologiska förhållanden.

1.3.1 Geologiska förhållanden.

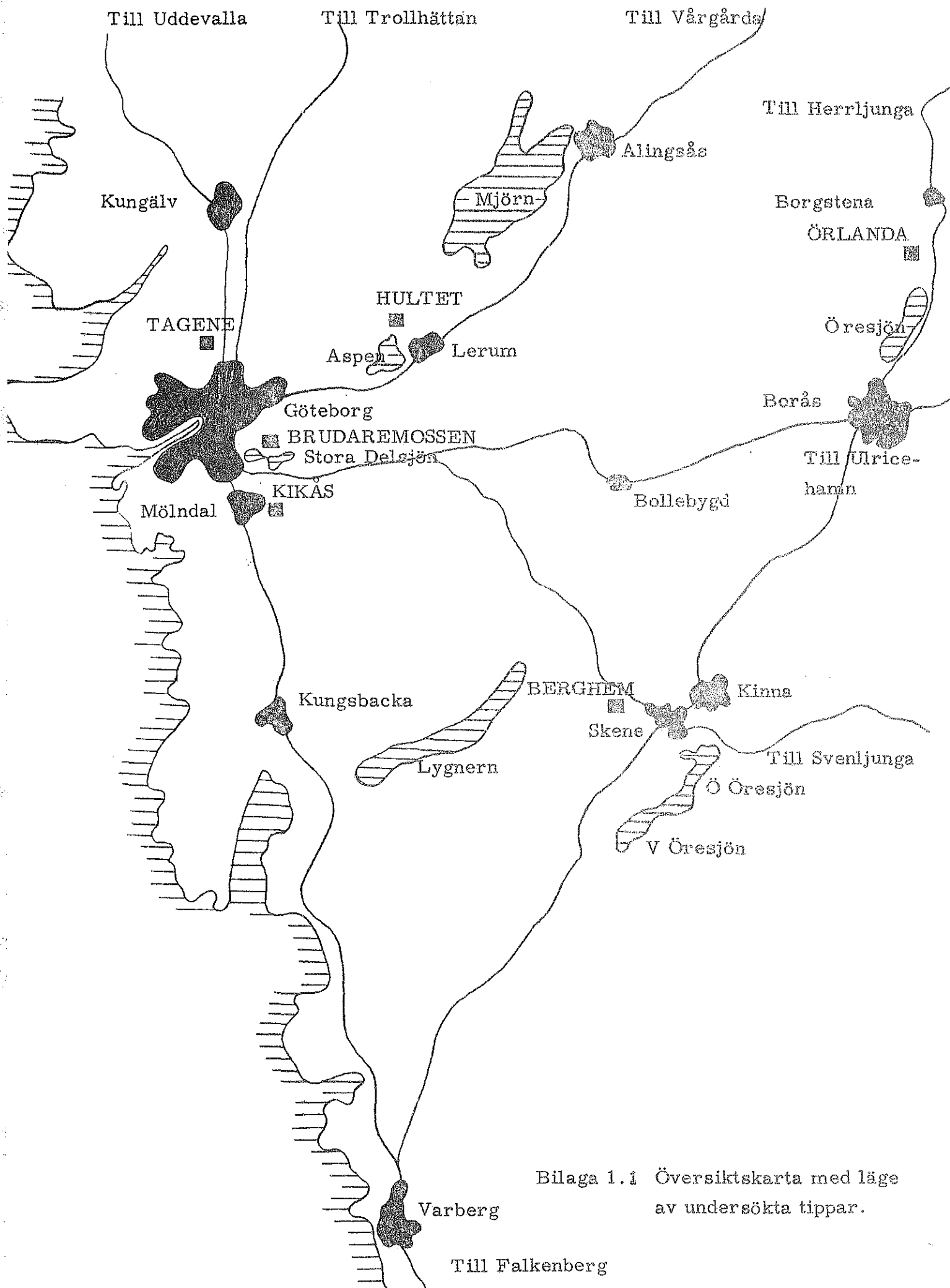
Geologiskt karaktäriseras göteborgsområdet av kalt berg som ofta reser sig 80 - 100 m över havsnivån. Berggrunden utgörs av gnejs med snärre grönstensområden.

Mellan bergkullarna finns djupa sprickdalar. Sidodalarna leder ner till den centrala älvdalen. Denna och sprickdalarna utfylls av mäktiga sedimentlager av huvudsakligen lera. I höjdområdena täcks berget ibland av ett tunnare moränlager. Jordtäckningen av morän ökar mot öster dvs mot småländska höglandet. I berg-moränterrängens svackor finns rikligt med mossar vilkas tillväxt starkt gynnas av det humida klimatet.

1.3.2 Meteorologiska förhållanden.

Området hör till de nederbördsrikare i Sverige. Årsmedelnederbörden ligger mellan 600-900 mm^[12] och årsmedelavdunstningen mellan 300-400 mm^[12]. Detta ger en specifik medelavrinning av 10-16 l/km² s.

Den förhärskande vindriktningen är västlig varför en tipp ej bör placeras väster om större bostadsområden.



Bilaga 1.1 Översiktskarta med läge av undersökta tippar.

2. MILJÖVÅRDENS ORGANISATION I SVERIGE

Miljövård är en angelägenhet som berör olika delar av samhället.

Många instanser på det centrala, regionala och lokala planet penetrerar frågor, som berör miljövården.

Jordbruksdepartementet bär det yttersta ansvaret för miljövården. Regeringen har dessutom ett rådgivande och samordnande organ i miljövårdsfrågor - miljövårdsberedningen.

Den centrala förvaltningsmyndigheten är Statens Naturvårdsverk (SNV) som sorterar direkt under jordbruksdepartementet. Koncessionsnämnden för miljöskydd (KNM) lyder också under jordbruksdepartementet och har till uppgift att pröva tillåtligheten av utsläpp från industrier och kommunala anläggningar (MK SFS 1969:338§2).

Ute i länen är det länsstyrelserna, som handlägger ärenden om miljövard inom respektive naturvårdsenhet. Länsstyrelserna är alltså den regionala instansen. Länsstyrelserna ger dispens i vissa miljöfrågor (MK 1969:338§2) samt ser till att föreskrifterna följs. På det lokala planet vilar ansvaret för miljövården på olika kommunala organ såsom byggnadsnämnden, hälsovårdsnämnden och ytterst naturligtvis kommunstyrelsen.

Domänverket och Skogsstyrelsen med sina skogsvårdsstyrelser har mera allmänna naturvårdande uppgifter på sitt program. De vårdar bl a nationalparker och naturreservat. Vid beslutande i olika marktypers användning kommer Lantbruksstyrelsen och Lantbruksnämnderna med i bilden. Den fysiska riksplaneringen ombesörjes av Statens Planverk. Övriga verk eller nämnder som övervakar miljön är: Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, Statens Strålskyddsinstitut samt Giftnämnden (Fig. 2.1).

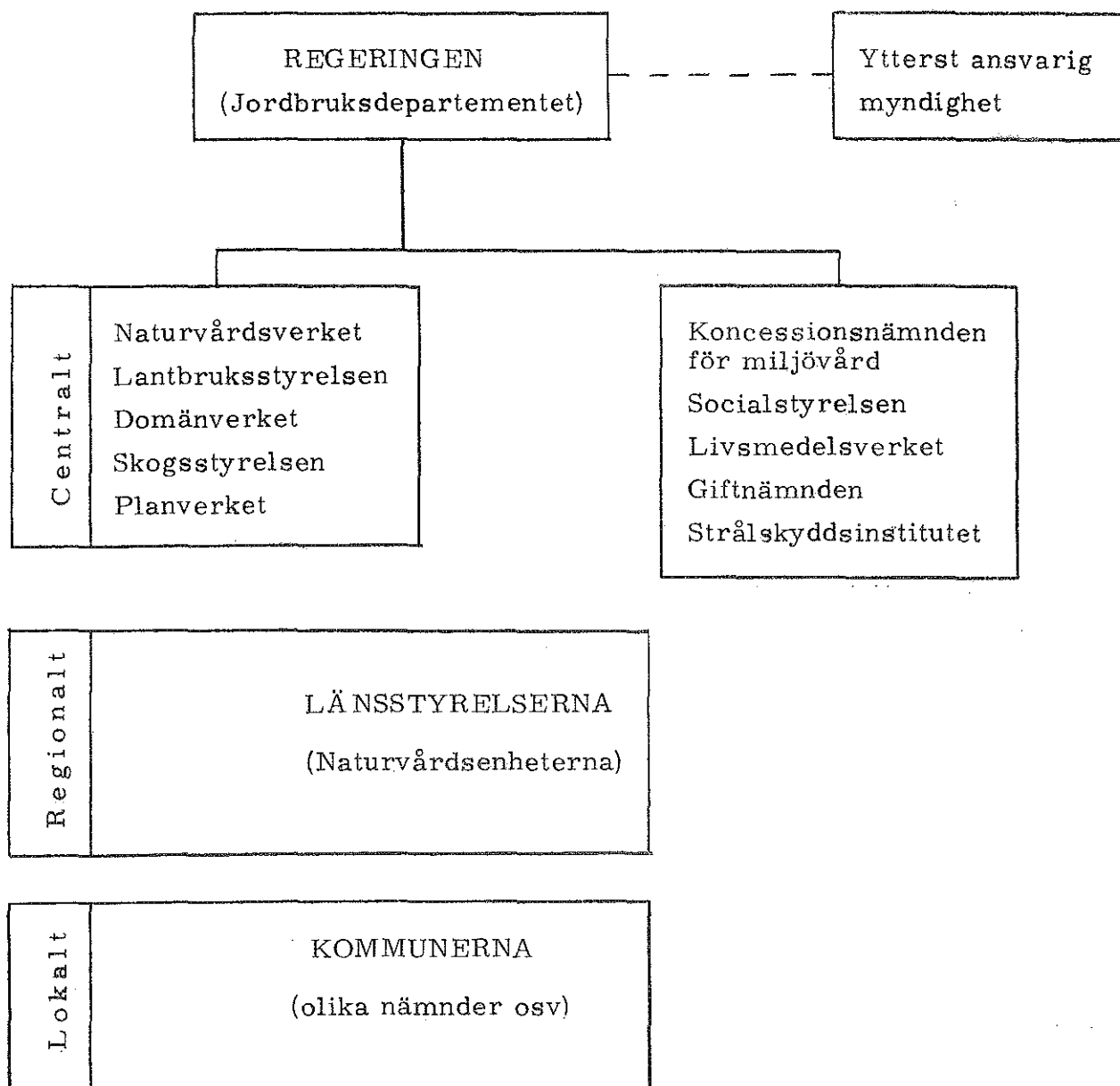


Fig. 2.1 De centrala, regionala och lokala organ inom vilka miljövärdproblem behandlas. (Principorganisation av miljövärderna). [3]

3. STATENS NATURVÅRDSVERKS ORGANISATION

Statens Naturvårdsverk (SNV) har till uppgift att behandla frågor, som rör naturvård, vatten- och luftvård, bullerskydd, renhållning och avfallshandtering, jakt- och viltvård, anläggningsstöd till idrotten samt forskning på dessa områden.

Naturvårdsverket skall bl a utöva tillsyn över renhållningen. Verket leds av en generaldirektör och en styrelse, som utses av regeringen. I sitt arbete stöds verket av tre rådgivande organ, naturvårdsrådet, vattenvårdsrådet och luftvårdsrådet. Vid värdering av mark och dylikt har verket hjälp av en delegation för markfrågor. Vad beträffar anslag till idrottsanläggningar beslutas detta av en särskild delegation. Anslag till miljöforskningen fördelas av en forskningsnämnd. I organisationen ingår en administrativ byrå, tre fackbyråer, ett forskningssekretariat, ett sekretariat för planering, samordning och information, ett undersökningslaboratorium. Dessutom finns en s.k. RA-enhet för renhållnings- och avfallsfrågor (fig. 3.1).

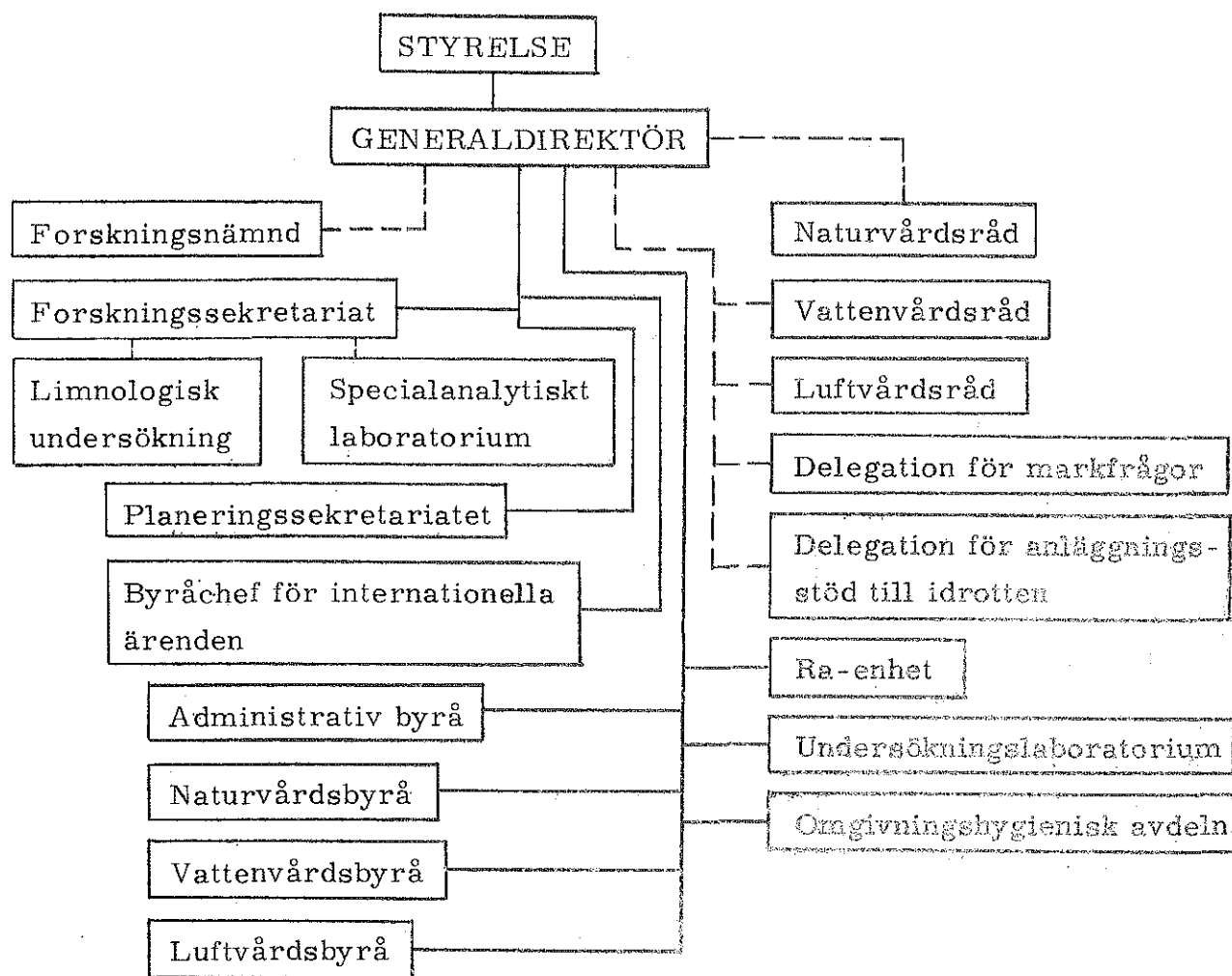


Fig. 3.1 Statens Naturvårdsverks organisation [4]

4. VIKTIGARE LAGAR, KUNGÖRELSE SAMT FÖRORDNINGAR M. M. SOM BERÖR NATURMILJÖN

Två mycket viktiga lagstiftningar på miljövårdsområdet var tidigare Vattenlagen av den 28 juni 1918 samt Hälsovårdsstadgan (SFS 1958:663). Med tiden fann man dock att dessa lagstiftningar inte var tillräckligt omfattande och precisa för att skydda vår miljö.

De stora "miljölagarna" kan sägas ha börjat tillämpas från slutet på 60-talet och början på 70-talet. I bilaga 4:1 finns en förteckning över de viktigaste lagarna, kungörelserna m. m. som berör naturmiljön.

Vilka lagar och bestämmelser har man då att rätta sig efter, när det gäller renhållning i allmänhet? Grundläggande rättesnöre är Miljöskyddslagen (SFS 1969:387) som trädde i kraft den 1 juli 1969 samt den därur emanerade Miljöskyddskungörelsen (SFS 1969:338). I denna kungörelse lämnas anvisningar i frågor om provnings- och anmälningsskyldighet vid anläggning av miljöfarlig verksamhet samt om förfarandet hos Koncessionsnämnden för miljöskydd, Statens naturvårdsverk och länsstyrelsen.

I miljöskyddslagen (ML) och Miljöskyddskungörelsen (MK) anges följande beträffande avfall: [9]

- | | |
|---------|--|
| ML 1 § | Denna lag är tillämplig på... |
| | 2. Användning av mark, byggnad eller anläggning på sätt som eljest kan medföra förorening av vattendrag, sjö eller annat vattenområde. |
| ML 10 § | Konungen kan föreskriva att |
| | 3. Fast avfall eller annat fast ämne ej får utsläppas eller uppläggas så att vattendrag, sjö eller annat vattenområde kan förorenas. |
| MK 2 § | Följande slag av fabriker eller andra inrättningar får ej anläggas utan tillstånd eller dispens |
| | 36. Anläggning för behandling eller deponering av avfall, om den tillförda avfallsmängden överstiger 5 ton om året, eller anläggning för behandling av oljeavfall eller annat specialavfall. |

- MK 7 § Fast avfall eller annat fast ämne från mark, byggnad eller anläggning får ej utsläppas i vattendrag, sjö eller annat vattenområde utan tillstånd eller dispens, om det ej är uppenbart att det kan ske utan olägenhet av betydelse från hälso- eller naturvårdssynpunkt eller med hänsyn till annat allmänt intresse. Vad som här sagts nu äger motsvarande tillämpning i fråga om uppläggande av fast ämne så att vattenområde kan förorenas.
- MK 8 § Följande slag av fabriker och andra inrättningar får ej anläggas utan att anmälan i god tid dessförinnan gjorts hos länsstyrelsen:
24. Skrotupplag eller anläggning för skrothantering.
 25. Anläggning för central uppsamling av oljeavfall och annat specialavfall.
- MK 12 § Fråga om dispens prövas av länsstyrelsen såvitt avser . . .
- anläggning för behandling eller deponering av avfall, om den tillförda avfallsmängden överstiger 50 ton men ej 10000 ton om året eller anläggning för behandling av oljeavfall eller annat specialavfall.
 - utsläppande eller uppläggande av ämne som avses i 7 §.

Ovanstående utdrag ur ML och MK är det som direkt berör hanteringen med avfall. Oftast påverkar någon lag, kungörelse eller dyl indirekt, vilket resulterar i att det kan vara svårt att se objektivt på problemet. Ovan sagda kan belysas med § 62-64. Hälsovårdsstadgan (SFS 1958:663 med ändringar SFS 1968:407 och 1969:395).

"Anläggning för industri, hantverk eller annan näring samt upplag av varor eller avfall skall vara ordnade samt underhållas så att de ej medför sanitär olägenhet".

Förteckning över lagar, kungörelser m m avseende naturmiljön

1. Miljöskyddslag (SFS 387/1969)
2. Miljöskyddskungörelse (SFS 388/1969)
3. Instruktion för koncessionsnämnden för miljöskydd (SFS 389/1969)
4. Kungl Maj:ts instruktion för statens naturvårdsverk (SFS 444/1967, 366/1968, 390/1969)
5. Vattenlagen den 28 juni 1918
6. Hälsovårdsstadgan (SFS 663/1958, 407/1968, 395/1969)
7. Lag om allmänna vatten- och avloppsanläggningar (SFS 314/1955)
8. Kungl Maj:ts kungörelse den 26 april 1968 om statsbidrag till avloppsreningsverk (SFS 308/1968)
9. Riktlinjer för emissionsbegränsande åtgärder vid luftförorenande anläggningar (SNV publ 1970:2)
10. Förordning om begränsning av svavelhalten i eldningsolja (SFS 551/1968)
11. Lagstiftning om förorening från bilar (SFS 726, 728/1968, 428-429/1969)
12. Statsbidrag till vatten- och luftvårdande åtgärder inom industrin (SFS 356/1969)
13. Naturvårdslagen (SFS 822, 1964, 377/1967, 394/1969)
14. Kungl Maj:ts kungörelse om tillämpning av naturvårdslagen (SFS 825/1964, 378/1967)
15. Förordning om brandfarliga varor (SFS 568/1961)

16. Tillämpningsföreskrifter till Kungl Maj:ts förordning om brandfarliga varor (kommerskollegii Författningssamling serie B)
17. Lag om åtgärder mot vattenförorening från fartyg (SFS 86/1956, 187/1963, 653/1967)
18. Tillämpningsföreskrifter till lagen om åtgärder mot vattenförorening från fartyg (SFS 126/1967, 116/1969)
19. Kommunala renhållningslagen (SFS 892/1970, SFS 949/1971)

5. MILJÖSKYDDSLAGENS TILLÄMPNING [6]

5.1 Olika prövningsförfaranden

Under de fyra år som miljöskyddslagstiftningen varit i kraft har handläggningen av tillståndsärenden fått en allt fastare form enligt Statens naturvårdsverk.

I Miljöskyddskungörelsen av den 29 maj 1969 har Kungl. Maj:t fastställt att prövnings- och anmälningsskyldighet föreligger före anläggandet av vissa slag av fabriker eller andra inrättningar. Det bör nämnas att tillståndspliktiga företag kan godtyckligt välja mellan följande alternativa prövningsförfaranden:

1. Ansökan om tillstånd hos koncessionsnämnden för miljöskydd
2. Ansökan om dispens hos naturvårdsverket
3. Ansökan om dispens hos länsstyrelsen (vissa fall)

Enär koncessionsnämnden, naturvårdsverket och länsstyrelsen samtliga har att tillämpa miljöskyddslagens tillåtlighetsregler vid prövning ligger skillnaden mellan dispens och tillstånd endast i beslutens rättsverkan. Dispens innebär att man är befriad från att söka tillstånd hos koncessionsnämnden, men att man däremot inte är befriad från att vidtaga erforderliga skyddsåtgärder.

Handläggningen av ett tillståndsärende hos koncessionsnämnden kan gå till enligt följande: Först granskas handlingarna och eventuella brister kompletteras. Därefter kungörs ansökan i ortspressen. Vid kungörandet skall viktigare data om anläggningen medtagas. Samtidigt med kungörandet skall yttrande infordras från centrala, regionala och lokala myndigheter, vilka kan tänkas vara intresserade av att bevaka ärendet. När skriftväxlingen är avslutad håller nämnden i allmänhet sammanträde med eventuell besiktning på platsen. Till sammanträdet skall kallas sökanden, myndigheter och andra som yttrat sig i ärendet och som har intressen att bevaka. Ett sådant sammanträde skall hållas enligt Miljöskyddslagen om det inte är uppenbart onödigt. När sammanträdet är över, håller nämnden en förberedande överläggning. Sedan utarbetas förslag till beslut, vilken nämnden tar ställning till vid en slutöverläggning. Beslutet innehåller en samman-

fattande redogörelse för ansökningsen, remissvaren och framställda erinringar samt nämndens ställningstagande och skälen härför.

Nämnden består av fyra ledamöter, nämligen en jurist med domstols-erfarenhet som ordförande, en kvalificerad tekniker, en ledamot med erfarenhet på naturvårdsområdet och en med erfarenhet av industriell eller kommunal verksamhet, alltefter ärendets art.

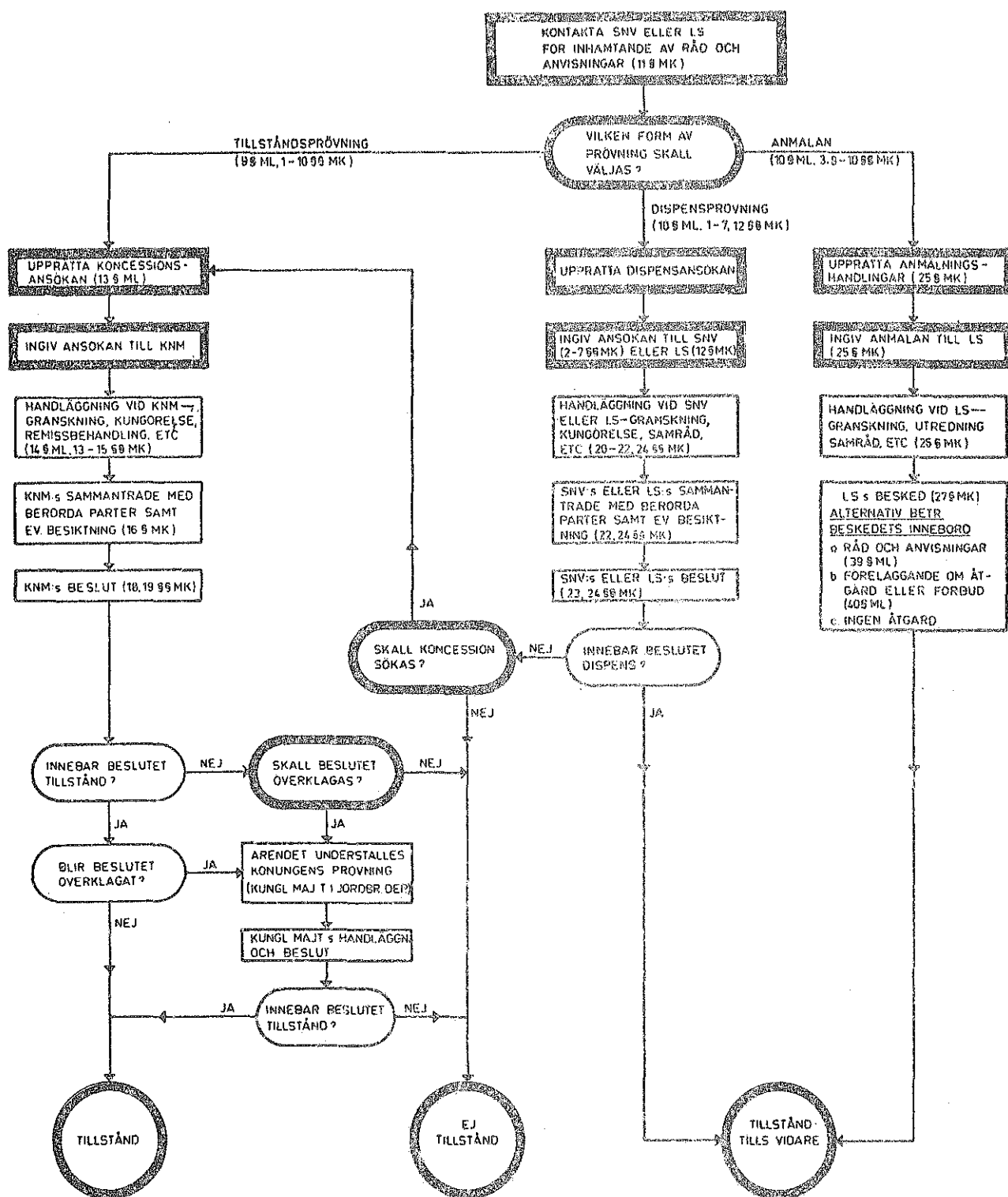
Dispensprövningar hos naturvårdsverket sker med ungefär samma handläggningsrutin som koncessionsnämnden tillämpar. Sammanträde och besiktning på platsen sker dock endast i 20 å 25 % av fallen. Ärendet handlägges av en kvalificerad jurist på verkets dispensenhet i samarbete med expertis från verkets fackbyråer. Beslut fattas av verkschefen eller i viktigare fall av verksstyrelsen. Dispenssökningar till länsstyrelsen följer i princip samma mall som ovan. Dock har ingen särskild juridisk sakkunskap för den rättsliga bedömningen tillförts länsstyrelserna. Av fig. 5.1 framgår de tre prövningsförfarandena.

5.2 Kontroll och tillsynsverksamhet

Enligt 38 § i Miljöskyddslagen är det Naturvårdsverket och länsstyrelserna, som skall utöva tillsyn och kontroll av verksamheter som kan skada miljön.

Länsstyrelserna har hitintills inte kunnat leva upp till den omfattning - vad beträffar tillsyn och kontroll - som förutsattes vid Miljöskyddslagens tillkomst. En orsak till detta kan vara den ökande mängden dispens- och anmälningsärenden. Samma orsak torde vara anledningen till att Naturvårdsverkets kontrollverksamhet släpat efter. Verkets projektgrupp skall bl a utarbeta normalprogram för tillsyn och kontroll av miljöfarlig verksamhet inom olika branscher. I framtiden har man för avsikt att använda ADB för att kunna bemästra det mycket stora materialet inom tillsyns- och kontrollsektorn.

PRÖVNING ENLIGT MILJÖSKYDDSLAGEN.



FÖRKORTNINGAR

ML = MILJÖSKYDDSLAGEN
MK = MILJÖSKYDDSKUNGÖRELSEN
KNM = KONCESSIONSNÄMNDEN FÖR MILJÖSKYDD
SNV = STATENS NATURVÅRDSVERK
LS = LÄNSSTYRELSEN

BETECKNINGAR



SÖKANDENS ÅTGÄRD



SÖKANDENS STÄLLNINGSTAGANDE

Fig. 5.1

6. AVFALLSTIPPARS LOKALISERING UR HYDROGEOLOGISK SYNPUNKT

6.1 Inledning

Under de senaste tio åren har behovet av deponeringsplatser ökat markant. Anledningarna till detta är flera. Antalet förbränningsanläggningar har sålunda inte ökat i den takt man tidigare förutspådde. Detta beroende på de stora investeringar som krävts samt problem med luftföroreningar. Lika så har den på kontinenten och i Amerika förekommande komposteringen inte vunnit gehör i Sverige. Detta kanske många gånger bottnar i brist på kunskap och knappa forskningsanslag.

Vi måste därför med all säkerhet projektera och driva vanliga deponeringsplatser ytterligare ett bra tag. Av de tusentals tippar, som för närvarande drivs i Sverige, är många gamla och mindre lämpligt anlagda. Hanteringen är också diskutabel på ett flertal tippar, vilket vi kommer att belysa med denna inventering. För att vi skall begränsa skadlig miljöpåverkan bör man kräva att de tippar som numera tas i bruk skall anläggas och drivas på ett lämpligt sätt. Restaurering av så kallade "återställda" tippar bör också ske.

De faktorer, som tidigare styrde lokaliseringen av en tipp, var billig samt väl avskärmd mark. I dag är helt andra faktorer styrande vid val av läge. Detta har resulterat i att man numera bl a tar hänsyn till de hydrogeologiska förutsättningarna före anläggandet av tippar. Föroreningsrisken av yt- och grundvattentäcker behandlas mera rigoröst. Man har erhållit en bättre kontroll- och tillsynsmyndighet, vilken kräver en bättre planering av tippar.

6.2 Lokalisering av deponeringsplatser

De faktorer, som bestämmer val av läge för en deponeringsplats, är åtskilliga. Utan krav på fullständighet eller prioriteringsgrad kan följande omnämnas: [7]

- 1) Välbeläget ur allmän miljösynpunkt
- 2) Få bostäder i närheten
- 3) Nära allmän väg med tillräcklig kapacitet
- 4) Korta transportavstånd för avfallet

- 5) Undergrund med god bärighet och täthet mot nedträngning av vatten
- 6) God möjlighet att uppsamla dräneringsvatten och förorenat ytvatten
- 7) God möjlighet att hålla icke förorenat vatten borta från tippområdet
- 8) Möjlighet att ordna tippningen i etapper, som var för sig slutfylls och färdigställs
- 9) Anslutningsmöjligheter till kommunalt vatten- och avloppsledningsnät för vattenförsörjning och ev. avledning av förorenat lakvatten
- 10) Lämplig recipient i närheten för att så långt möjligt minska miljöförstöringen

I denna uppsats skall vi dock redogöra för de geohydrologiska synpunkterna vid anläggandet av deponeringsplatser, vilka tidigare ej tillräckligt beaktats.

6.3 Geohydrologiska synpunkter

Geohydrologiskt kan landskapet uppdelas i infiltrationsområden och exfiltrationsområden genom vilka vatten strömmar in respektive ut. Inströmningsregionerna sammanfaller med höjdsträckningarna och utströmningsregionerna med de lägsta dalsänkorna. Avvikelser från dessa regler förekommer dock.

Exfiltration kan ske längs en moränslutning, en sjöstrand eller ett bergstup. I och nedanför exfiltrationsområden bildas ofta torv. Inom de delar av landskapet, där grundvatten exfiltrerar, finns ingen risk för grundvattenförorening.

Fig. 6.1 visar den principiella skillnaden i genomströmning och därmed borttransport av lakvatten för en tipp placerad i ett infiltrationsområde - till vänster- och en tipp placerad i ett exfiltrationsområde - till höger-. Fig. 6.2 visar en schematisk strömningsbild. Denna bild skall man ha klar för sig såväl före som efter anläggandet av tippen. Huvuddelen av Sveriges area är på grund av en humid klimattyp och relativ tät och massformig berggrund rik på infiltrations- och exfiltrationsområden.

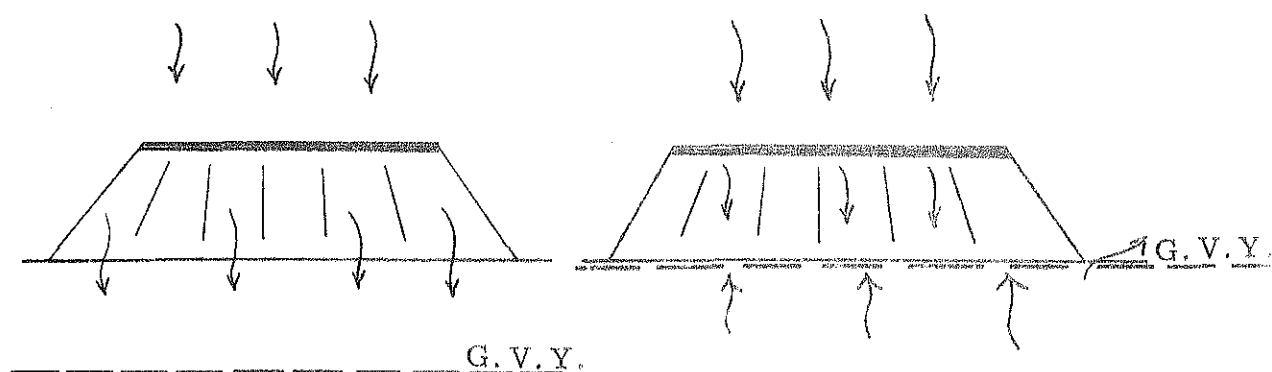


Fig. 6:1

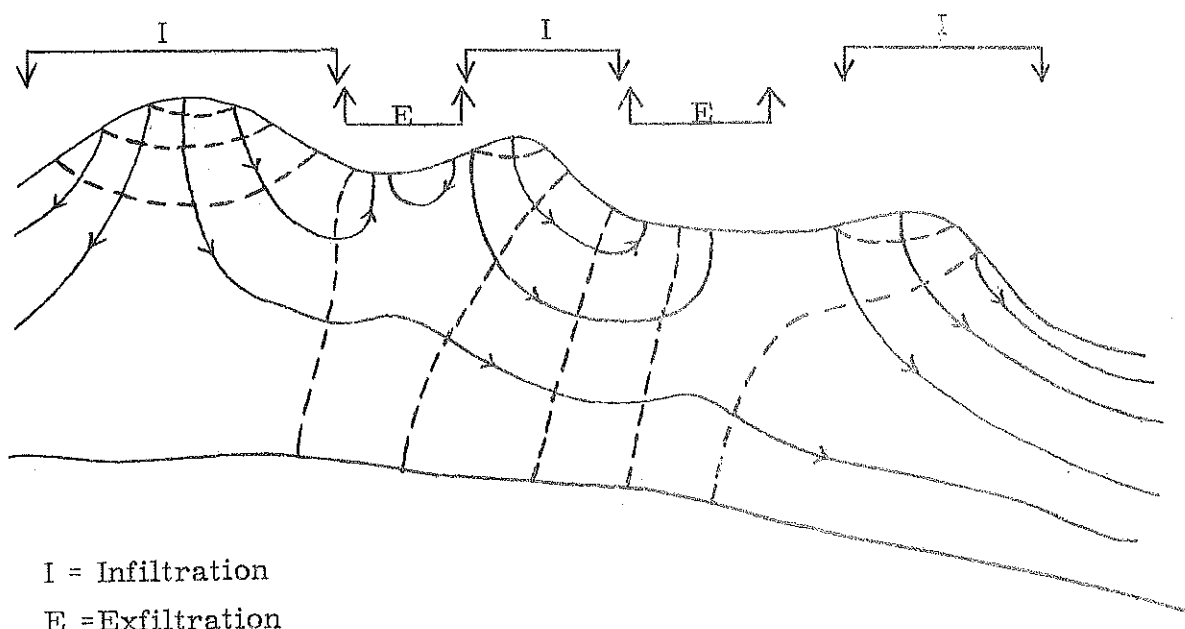


Fig. 6:2 Strömningsbilden i en längdsektion angivande infiltrations- och exfiltrationsområden [1]

I de nederbördsrika delarna dominerar exfiltrationsområdena relativt sett [10]. Vid studium av jordprofiler finner man att grundvattnet har kort strömningsväg och att dess hastighet är förhållandevis hög i sluttningarna. I in- och utströmningsregionernas centrala delar finns däremot grundvatten som har längre strömningsväg. Detta medför att grundvatten som strömmar ut eller tas ut ytligt i en dalsluttning är yngre ju högre upp på dalsidan man kommer. Den huvudsakliga grundvattencirkulationen sker alltså nära markytan. De föroreningar som följer med grundvattnet exfiltreras därför vanligen till närmaste ytvattendrag. Jfr. fig. 6.3.

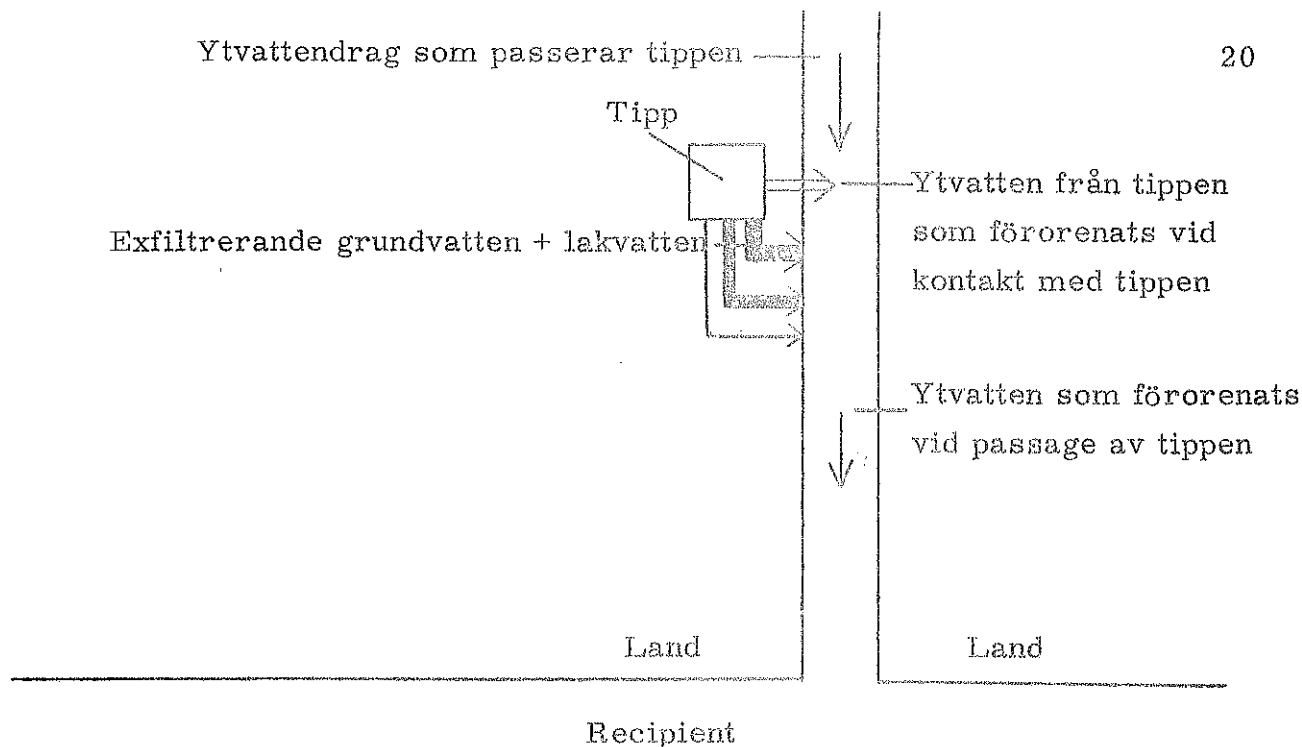


Fig. 6.3 Principskiss visande den lokala påverkan av grundvattenföroreningen och den regionala av ytvattenföroreningen. Med avståndet avtagande föroreningskoncentration i grundvattnet, symboliserad med allt tunnare linjer [10].

Vattenmiljön kan delas upp i grundvatten- och ytvattenmiljön. Någon skarp gräns mellan dessa existerar dock ej.

Grundvattenmiljön.

Ett skydd av grundvattenmiljön kan endast anses befogat där ett utnyttjande av grundvattnet är tänkbart. I våra storstadsområden är det därför knappast värt försöket att skydda grundvattnet. Stora potentiella grundvattentillgångar i eller i närheten av storstäder bör dock skyddas då de utgör en värdefull reserv (krigsvattenförsörjning), till den ytvattenförsörjning som byggts ut i våra större städer. På landsbygden kan även mindre grundvattentäkter vara av stor betydelse.

För att skydda grundvattnet har (från professor Y. Gustavsson) framförts principen att lokalisera deponeringsplatser till exfiltrationsområden. Denna princip är riktig såtillvida att föroreningar, som lakas ur tippet transporteras bort av det exfiltrerande grundvattnet till eventuell reningsanläggning och vidare till närmaste ytvattendrag. Man skall dock vara uppmärksam på att ett utnyttjande av grundvattnet i närheten av ett utströmningsområde kan överföra detta till ett inströmningsområde. Inom områden med värdefulla grundvattenreservoarer bör således inte deponeringsplatser anläggas om inte säkerhet mot förorening av grundvattnet föreligger genom praktiskt sett ogenomsläppliga jord- och berglager eller konstgjorda tätlager.

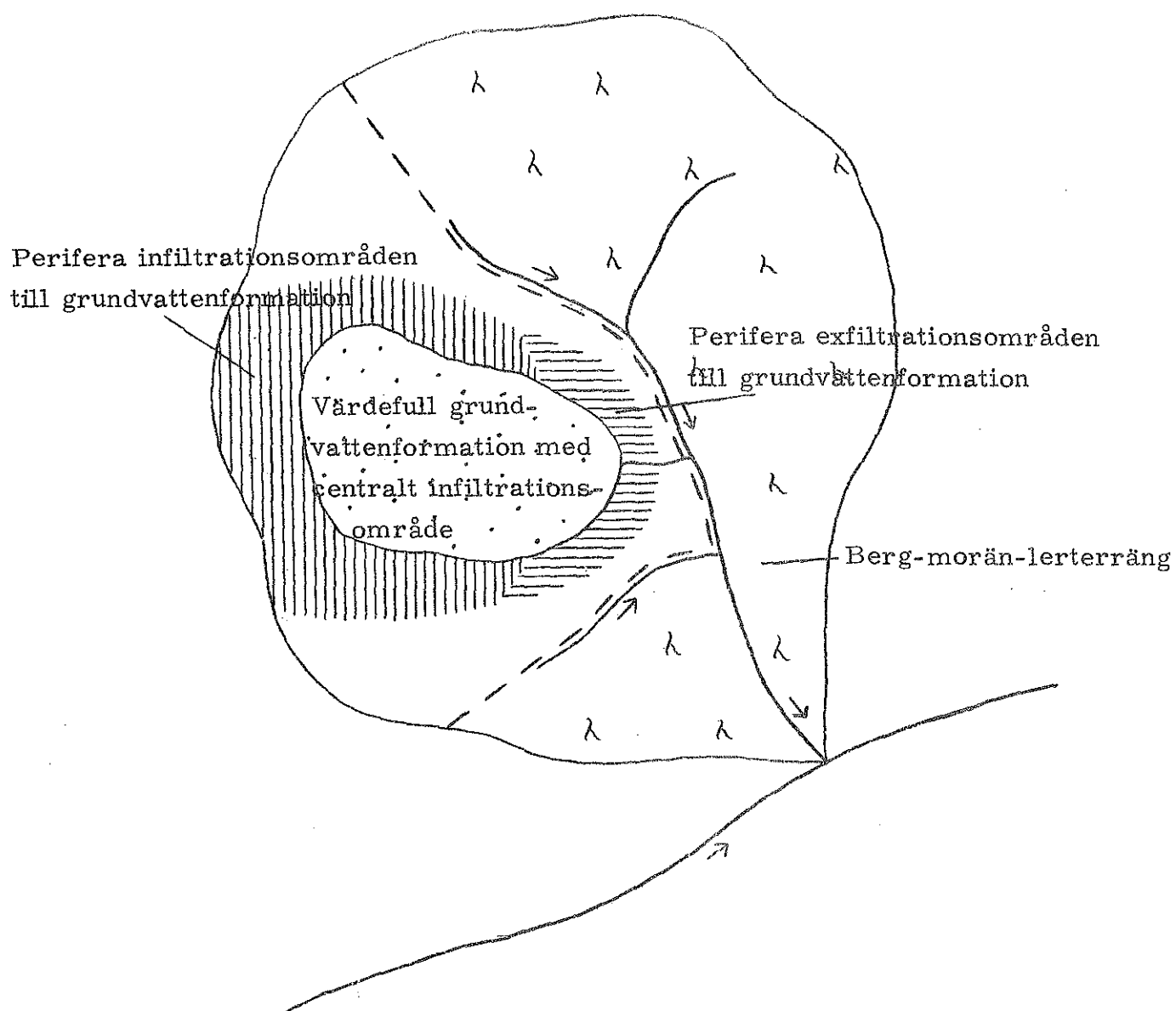
I urbergsterrängen ligger de största grundvattentillgångarna i våra sand- och grusavlagringar där källflöden upp till max. 200 l/s . kan förekomma. Detta fordrar givetvis kontakt med grovkorniga jordlager även om jorden i markytan ibland kan utgöras av lera där vattnet bryter fram. Sådana områden skulle eventuellt kunna utnyttjas till deponeringsplatser men risken finns att exfiltrationen övergår till infiltration vid ett utnyttjande av grundvattentillgången och bäst är därför om man kan hålla sig till berg- morän - lerterrängens utströmningsområden (fig. 5:4).

Berggrunden i Sverige består huvudsakligen av urberg vilket är en ganska dålig akvefär utom i några delområden i Skåne. Berggrundvattnet förekommer i den för övrigt täta bergmassans spricksystem. Berget anses vara sprickrikare i ytan d. v. s. de ca. 50 metrarna närmast markytan. Därunder blir berget efterhand mindre sprickigt. Trots sprickigheten är vattengenomsläppligheten förhållandevis låg. Detta är en bidragande orsak till att grundvattendelarna som regel följer ytvattendelarna i berg-morän-lerterrängen. Med hänsyn till detta vet man nästan alltid hur grundvattnet naturligt strömmar d. v. s. då grundvattentäkter i form av bergborrade brunnar ej stör strömningsbilden.

I många fall kan man då direkt peka på var ett i jorden infiltrerat vatten kan beräknas exfiltrera. Som regel rör det sig om några 100 m. till någon km. strömningslängd.

Ibland kan grundvattencirkulationen i det spruckna ytberget vara ganska snabb och oregelbunden till sitt strömningsmönster. Deponeringsplatser bör därför inte anläggas direkt på berg.

Ju lägre man ligger i terrängen desto bättre kontroll har man över vart grundvattnet tar vägen och ju mindre blir det område som kan tänkas bli grundvattenförorenat (fig. 6:5).



— — — = Begränsningslinje som visar den del av nederbördsområdet där deponeringsplatser ej bör placeras.

Fig. 6.4 Lokalisering av deponeringsplatser till berg-morän-lerterräng är bättre än till områden med värdefulla grundvattenformationer.

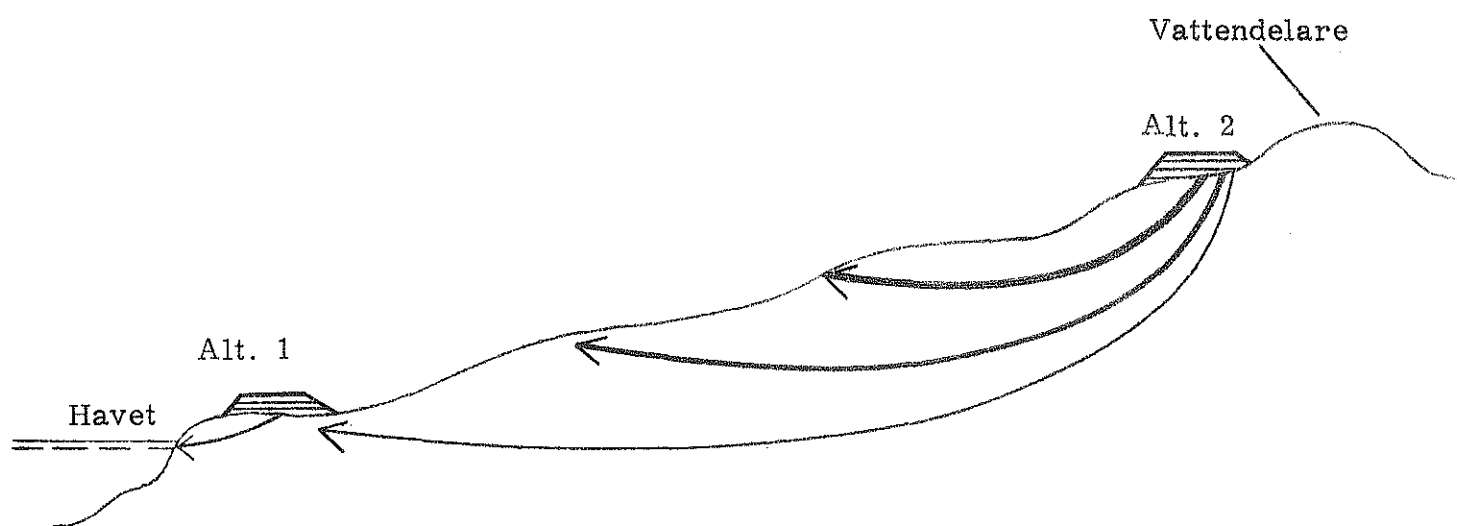


Fig. 6.5 Alternativ placering av deponeringsplats med hänsyn till grundvattenpåverkan.

Alt. 1 Rätt placering enl. diskussion ovan.

Alt. 2 Deponeringsplatsen är felplacerad om nedanförliggande områden är bebyggda och grundvattnet i berg och jord utnyttjas. Föroreningsgraden i grundvattnet minskar dock med ökat avstånd till deponeringsplatsen.

I det fall man har spridd bebyggelse i ett område och grundvattnet utnyttjas i olika enskilda brunnar är det psykologiskt olämpligt att anlägga en deponeringsplats uppströms dessa. Det går nämligen inte att helt bevisa att det inte finns en viss risk att föroreningar från deponeringsplatser så småningom når vattentäkterna. I det fall deponeringen sker på nedströmssidan och vattenståndet vid pumpning i brunnarna inte varaktigt ligger på lägre nivå än deponeringsplatsen kan man dock med säkerhet motbevisa alla teorier att föroreningar skulle nå vattentäkterna.

Ytvattenmiljön.

Vid val av deponeringsplats bör förutom grundvattenhänsyn även tagas ytvattenhänsyn. I första hand väljes även här ett recipientområde som ur vattenförsörjnings- och rekreationssynpunkt har det lägsta värdet. I kustnära trakter kan man då överväga att få lakvattenavrinningen mot havet istället för mot insjövatten. En ytvattentäkt nedströms en deponeringsplats kan skyddas från påverkan av förorenat lakvatten på i princip två sätt. Det ena är att lakvattnet uppsamlas för rening i någon typ av reningsanläggning. En annan tänkbar lösning, då deponeringsplatsen är belägen i ett infiltrationsområde, är att låta förorenat lakvatten infiltrera till grundvattnet och låta detta genomgå självrening under strömningen i marken och jorden. Härvid är det en fördel om grundvattenytan ej ligger för nära markytan. Denna metod kan endast tillämpas då man med säkerhet vet att grundvattnet nedströms deponeringsplatsen ej kommer att utnyttjas. Några undersökningar för att klarlägga olika jordars adsorptionsförmåga av olika föroreningar, tillämpliga på svenska jordarter finns f. n. inte. En sådan utreckning pågår dock av tekn. lic. Leif Carlsson, inst. för vattenförsörjnings- och avloppsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Denna visar bl. a. att mossmark har betydligt större förmåga att kvarhålla föroreningar än exempelvis sand. Sedan tidigare vet man även att finkorniga jordar är mer ytaktiva än grovkorniga, vilket medför att de bättre kan binda föroreningar.

Den lämpligaste placeringen av en deponeringsplats inom det berörda nederbördsområdet varierar från fall till fall (Jfr fig. 6.6).

Generellt kan sägas om placering i avrinningsområdets inre del enl. alternativ 1:

- a) Lättare att samla upp förorenat lakvatten innan något större utspädning av detta har skett.
- b) Långa flyttider med nedbrytning av organiska föroreningar men i början dålig utspädning

Generellt om placering enl. alternativ 2:

- a) Snabbare borttransport och bättre utspädning än alternativ 1 men mindre tid för biologisk nedbrytning
- b) jämfört med alternativ 1 hålls större del av vattendraget fritt från föroreningar och kan direkt utnyttjas av kreatur som vattentäkt

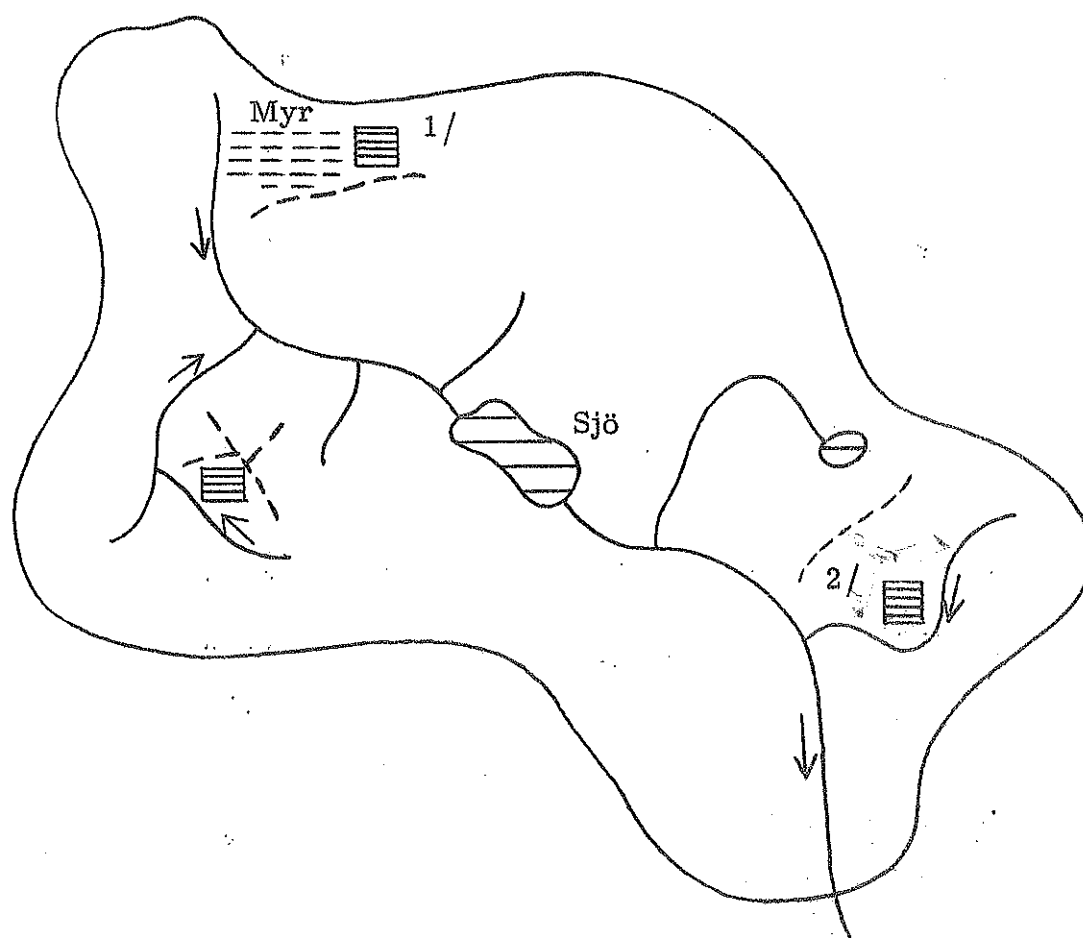
En deponeringsplats bör inte placeras på en vattendelare så att man förorenar två nederbördsområden. Visserligen delas belastningen men förfarandet kan knappast vara försvarbart. Det stämmer inte med målsättningen att hålla spridningszonerna så små som möjligt kring en deponeringsplats.

6.4 Detaljlokalisering i terrängen.

Vad beträffar den lokala placeringen i avrinningsområdet så är denna beroende av ett flertal faktorer. Viktigast är att bedömningen baseras på en undersökning av avrinningsförhållandena i det tilltänkta deponeringsområdet samt möjligheterna att kanalisera lakvattnets transport från tippområdet. Närhet till inre vattendelare kan underlätta en säkrare bedömning av lakvattnets transportvägar. Redan här har man erhållit en naturlig begränsning av möjliga föroreningsvägar.

Om mossmark som ofta utgör exfiltrationsområden användes till deponeringsplatser kan grundvattnet skyddas från föroreningar. Denna marktyp får ändå anses olämplig på grund av sin dåliga bärighet och problem med utdränering av tippgrunden. Sålunda kan man endast tippa till ringa höjd utan att skred inträffar. Risk för sättningar är också överhängiga, vilket resulterar i att delar av tippen kommer under vatten. Detta medför ogynnsamma nedbrytningsförhållanden.

I flera av de områden som vi besökt har man all anledning att tro att högsta högvattenytan ligger så högt att tippmassorna under en del av året står vattendränkta. Detta resulterar i en omfattande urlakning av tippmassorna.



----- = inre yt-och grundvattendelare

———— = yttre yt-och grundvattendelare

 = tipp

Fig. 6.6 Två principförfarande vid anläggandet av deponeringsplatser [10].

Bäst är om underlaget består av ett sammanhängande jordtäckte av minst 2-3 m tjocklek samt är bärigt och nästan vattenogennomsläppligt.

Ett fåtal välplanerade deponeringsplatser inom varje region är att föredra. Detta innebär att mark bör reserveras för tippen för låt oss säga 20 å 30 års användning. Skötseln av tippen skall följa en tipplan, där man bl. a. anger etapper, strängbredder samt lagerhöjd (pallhöjder). Man kan alltså välja en deponeringsplats med stöd av följande riktlinjer [10]:

- 1) över högsta högvattenyta
- 2) på bäriga minerogena jordarter som morän, mo, mjäla och fast torrskorpelera på morän
- 3) i områden som saknar värdefulla yt- och grundvattentillgångar
- 4) transportvägarna för urlakat, förorenat vatten skall kunna kanaliseras
- 5) se upp med bergborrade brunnar i anslutning till tippområdet.

6.5 Budgetberäkning av lakvatten.

De infiltrationskoefficienter som används vid budgeteringar är oftast mycket approximativa. Under den tid som en tipp används kan det självklart vara svårt att bedöma en genomsnittlig infiltrationskoefficient över hela den i anspråk tagna tippytan. Då tippen har återställts kan dock exaktare bestämningar göras.

Härigenom skulle man på ett bättre sätt kunna beräkna den årliga mängden lakvatten och därmed dimensionera reningsanläggningen noggrannare. På de ur föroreningsynpunkt besvärliga äldre tipparna justeras ofta överytan. Denna lägges i lutning samt täckes med ett tätt jordlager, vilket reducerar genomströmningen avsevärt. Tabell 6:1 anger beräknade infiltrationskoefficienter.

Lera-häll-moränområde.

Almunge	0, 11
---------	-------

Märsta	0, 11
--------	-------

Lera-häll-moränområde med sorterat permeabelt jordarts- material under del av leran.

Aspvik	0, 18
--------	-------

Bärmö	0, 16
-------	-------

Lera-häll-moränområde i djup sprickdal med sorterat permeabelt jordartsmaterial under del av leran.

Dammtorp	0, 37
----------	-------

Område med isälvsavlagring av typ "läckande ås".

Ed	0, 80
----	-------

Exarby	0, 66
--------	-------

Film	0, 34
------	-------

Område med isälvsavlagring av typ "dränerande ås".

Gustavsberg	0, 74
-------------	-------

Hovsta	0, 44
--------	-------

Nykvarn	0, 47
---------	-------

Västanå	0, 51
---------	-------

Tabell 6:1 Beräknade infiltrationskoefficienter enligt [10]

Principen för budgetberäkning av lakvatten

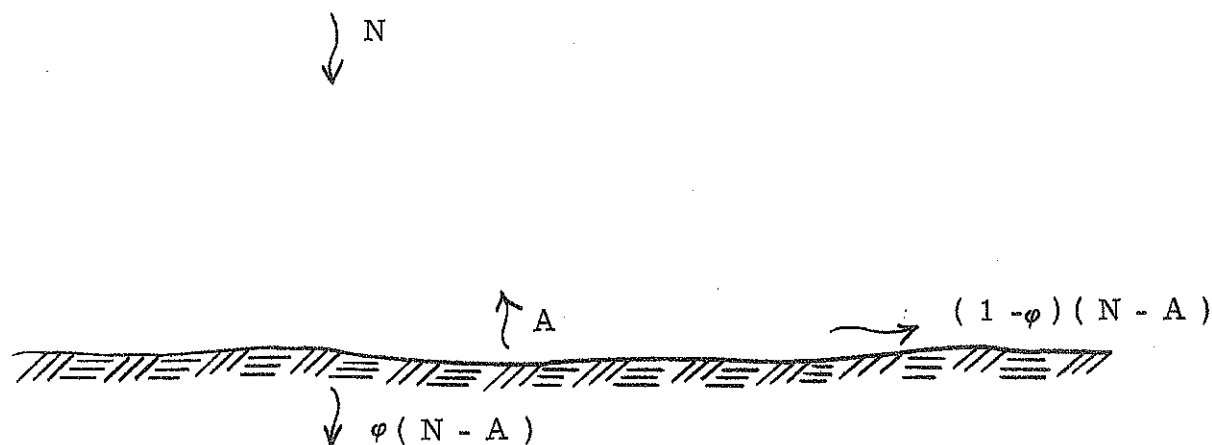


Fig. 6:7 Beräkning av lakvattenmängd

N = nederbörd

A = avdunstning

$(1 - \varphi)(N - A)$ = ytaavrinning

$\varphi(N - A)$ = infiltration

φ = infiltrationskoefficient (tabell 6:1)

I de budgetberäkningar, som vi gjort i samband med behandling av de enskilda tipparna, har vi valt $\varphi = 1$. Detta beroende på de horisontella pallarna samt ofta porösa täck- och tippmassorna. Beräkningarna ger den ungefärliga storleksordningen på lakvattenmängden.

6.6 Deponeringsplatsens funktion med hänsyn till undergrundens utseende

De enligt ovan allmänna synpunkterna skall belysas vid anläggandet av två olika tipp typer.

6.61 Dränerad tipp (kapillärbrytande skikt) [10]

Denna typ av tipp kommer alltid att vara torr. Det genomsippande grundvattnet utsuges via dräneringen som lämpligen utformas som ett lutande tråg. De vanliga soporna är många gånger för torra, vilket kan innebära att tippar av denna typ måste bevattnas artificiellt för att en biologiskt korrekt nedbrytning skall äga rum. Detta kan medföra att man erhåller stora vattenmängder som genomströmmar tippen nästan vertikalt och därmed urlakar tippkroppen på onödigt stor kvantitet föroreningar.

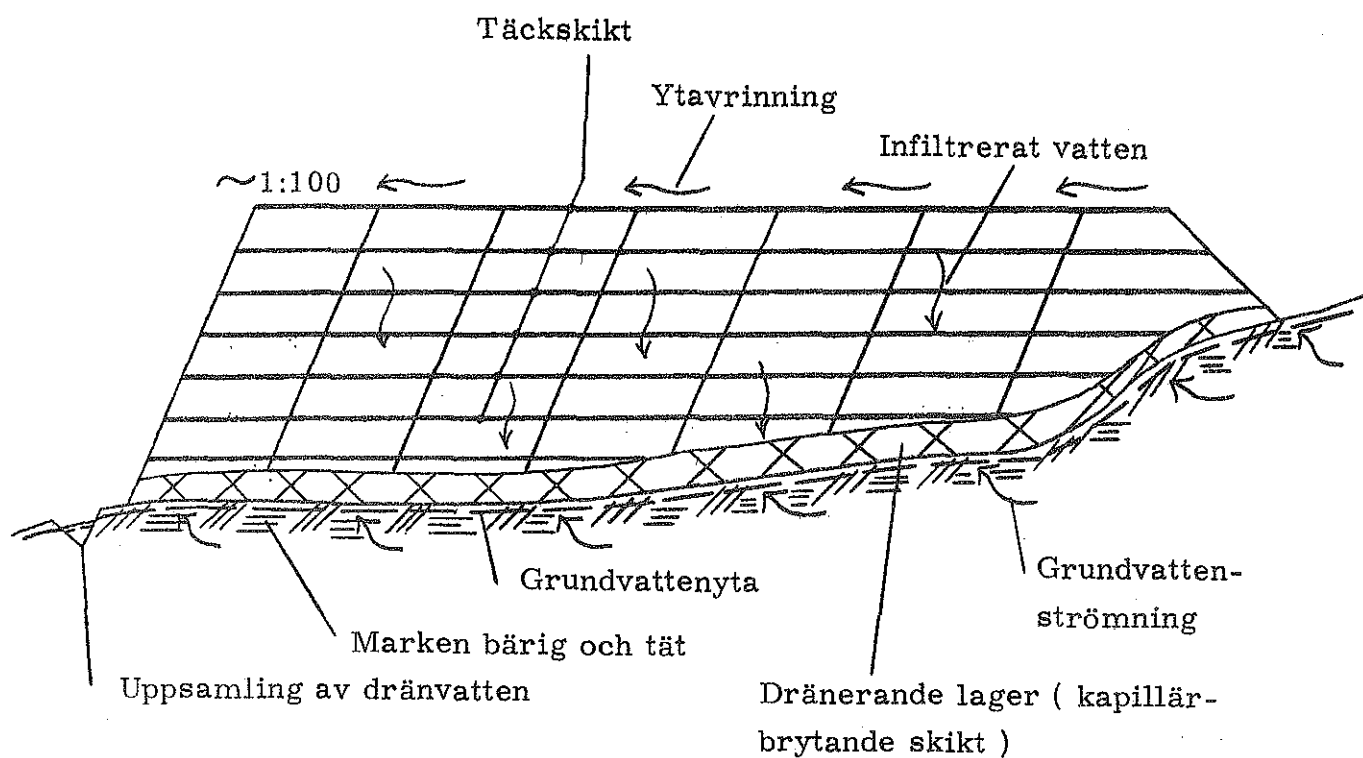


Fig. 6. 8

Exempel på i botten dränerad tipp placerad i ett exfiltrationsområde (återställd tipp)

6. 62 I botten tätad tipp [10]

I dessa tippar stiger ofta grundvattenytan och följer i stort tippens topografiska utseende. Stighöjden är helt beroende på avfallssort samt sönderdelningsgrad. Man erhåller en långsam vattenomsättning i tippens inre och centrala delar med mindre föroreningar som följd. För att tätningen skall bli så effektiv som möjligt skall den utformas som ett tråg. Ju högre överfallet på tråget uppbygges, desto mer koncentreras vattenomsättningen till tippens ytlager. I och med en hög grundvattenyta får man en mindre infiltration och man får en vattenomsättning som är koncentrerad till ett övre skikt, som hela tiden rör sig uppåt i takt med tippens uppbyggnad. Grundvattenutflödet med sina urlakade föroreningar sker runt tippens periferi. Detta dränvatten kan uppsamlas i öppna och med lera tätade diken längs tippens slänt.

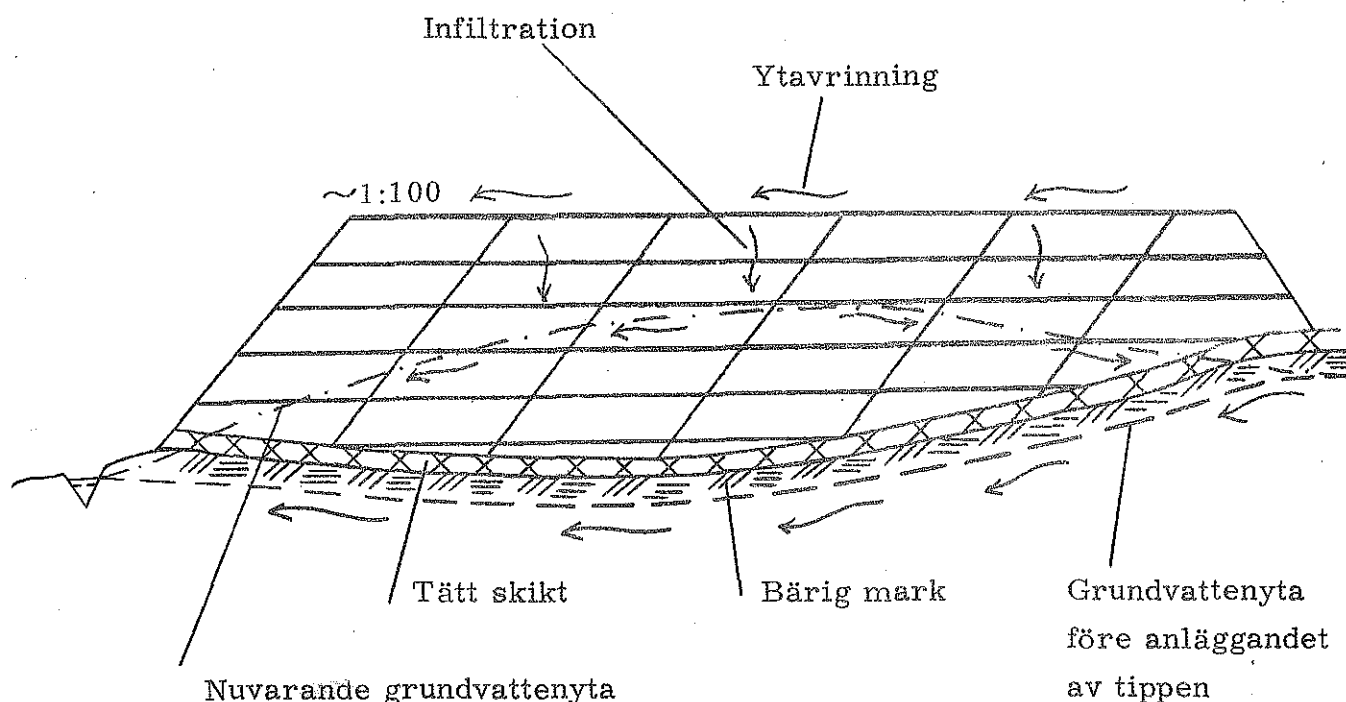


Fig. 6.9 Exempel på i botten tätad tipp, placerad i ett infiltrationsområde (återställd tipp)

6.7 Beräkning av föroreningen av yt- och grundvatten [10]

6.71 Grundvattenförorening

Ett svårt problem är att beräkna den eventuella grundvattenföroreningen samt transport- och utspädningsförloppet. Grundvattenläckaget från färdigställd tipp respektive tipp under uppbyggnad beräknas som skillnaden mellan nederbörd och avdunstning samt ytavrinning. En stor del av det förorenade grundvattnet exfiltrerar dock snart, både vid tippens slänt samt längre ut i periferin. Som tidigare har påpekats så sammanhänger valet av infiltrationskoefficient likaså med en viss osäkerhet. Själva urlakningsprocessen är mycket komplicerad och helt beroende av det avfall som tippens innehåller. En budgetering ger dock en ganska rättvisande bild på den storleksordning av förorenat grundvatten som passerar tippens och som man beroende på tippens typ kan samla upp och rena. Huruvida en återställd tipp skall förses med gräs eller dyl kan ej sägas generellt. Infiltrationen ökar dock om en tippens besås, vilket resulterar i en större mängd lakvatten.

Ur allmän miljövardssynpunkt bör man trots detta besås och plantera träd på en återställd tipp för att den skall smälta in i den övriga naturen.

6.72 Ytvattenförorening

Tippkroppen skall färdigställas på ett sådant sätt att ytvattnet inte kommer i kontakt med själva avfallet och därvid kontamineras. Trots detta kan ytvattnet förorenas vid kontakt med det grundvatten som exfiltrerar längs tippens periferi. För att förhindra att ytvatten från själva tippens blandas med ytvatten från angränsande område utförs dubbla ytvattendiken.

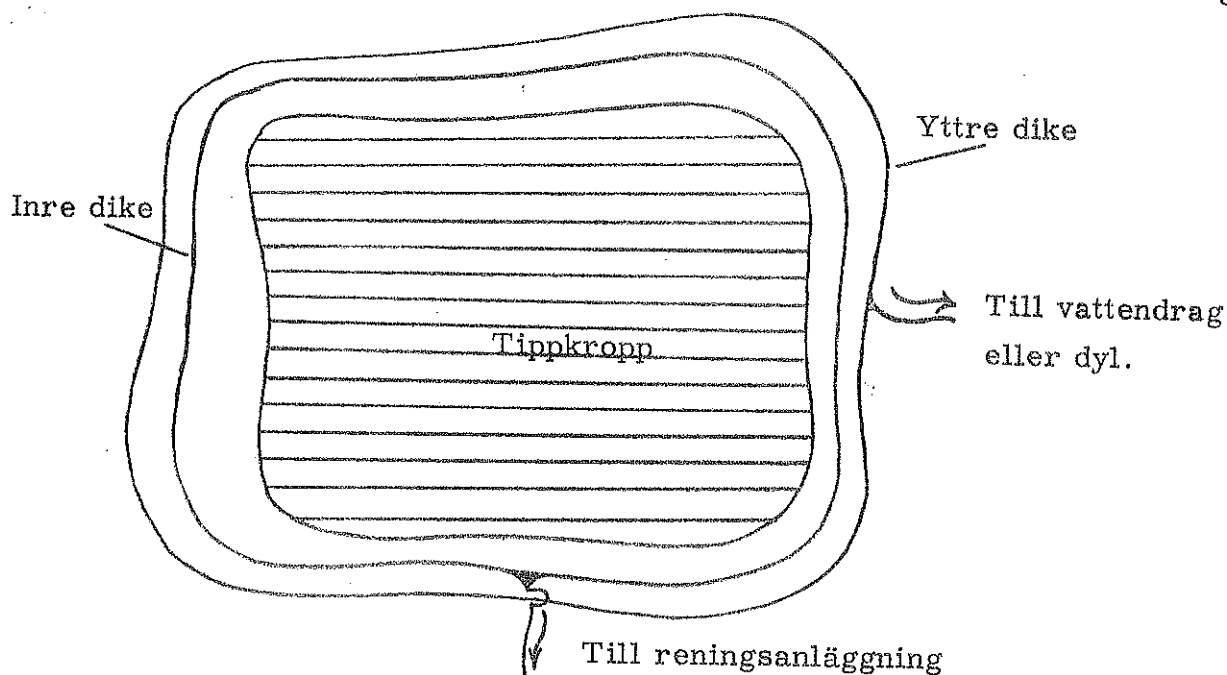


Fig. 6:5. Principen dubbla ytvattendiken

6.8 Förundersökningar [10]

Hydrologisk översiktskartering

1. Erforderliga kartor

Planeringskarta 1:250 000

Översiktskarta 1:100 000

Jord- och bergartskarta SGU

Ev. Ekonomisk karta 1:50 000

Flygfoton

2. Topografi, rutavvägning

3. Geologi och geoteknik

Bestämning av berggrund och sprickighet

Jordlagerföljd i tippområdet

Grundundersökningar med avseende på sättningar
och ev stabilitetsproblem

Jordprovtagning

4. Hydrologi

Grundvattenstånd

Grundvattenströmmens riktning

Permeabilitet

Avrinningsförhållanden

5. Inventering av vattentäkter mm i området

Brunnar i jord

Brunnar i berg

Övriga jord- och bergarbeten t ex tunnlar och bergrum

6. Prognos (beräkning) av förorening av yt- och grundvatten

Transportvägar, utspädning, flyttider m.m.

Recipientlämplighet

7. Utarbetande av tipplaner

Frågan om ev rening av lakvattnet

Återställning och framtida användning av området

8. Utarbetande av kontrollprogram

Vattenanalyser

Observation av vattenstånd

Nederbördsmätningar

7. OLIKA AVFALLSTYPER

7.1 Inledning

A. Hushållsavfall och därmed jämförligt avfall. Hushållsavfall uppkommer förutom från bostäder även från kontor, affärer, industrier, sjukhus etc. Som hushållsavfall räknas sålunda:

1. Grovsopor såsom kasserade möbler, cyklar, barnvagnar etc.
2. Trädgårdsavfall
3. Latrin
4. Slam från enskilda slamavskiljare

Ovan nämnda hushållsavfall och därmed jämförbart avfall ingår i det kommunala renhållningsmonopolet.

- B. Handels- och kontorsavfall, vilket huvudsakligen består av papper
- C. Ofarligt industriavfall
- D. Ofarligt sjukhusavfall
- E. Byggnadsavfall
- F. Oljor, kemikalier och gifter, vilka utgör det s.k. farliga avfallet. Detta kan komma från exempelvis industrifastigheter eller sjukhus
- G. Gatu- och parkavfall. Hit kan räknas snö från våra vintervägar.
- H. Schaktmassor
- I. S.k. specialavfall:
 1. Slam från avloppsreningsverk
 2. Bark
 3. Skrotbilar
 4. Döda djur

7.2 Hushållsavfall

7.2.1 Allmänna data

Man vet genom vägningar tämligen väl mängden av det avfall som hämtas genom kommunernas försorg från hushåll, kontor och affärer. Denna mängd utgör i medeltal i dag ca 300 kg/år [24]

Vissa prognoser förutser en årlig ökning på 3-4 % fram till 1990, vilket innebär en fördubbling fram till detta år. [24]. En annan prognos antar samma årliga ökning under 70-talet, men att denna något mattas under 80-talet och då beräknas uppgå till 2 à 3 % [36].

Sammansättningen av hushållsavfallet framgår av tabell 7:1 och kan som synes variera inom rätt vida gränser. Som jämförelse anges också motsvarande värden som gällde för Stockholms stad vid en undersökning 1967 [36].

Tabell 7:1

HUSHÅLLSAVFALLETS SAMMANSÄTTNING

KOMPONENTER	GENOMSNISSLIGA VÄRDEN i %	
	HELA LANDET	STHLM 1967
PAPPER	40 - 65	63
MATRESTER	8 - 20	8
GLAS	10 - 20	9
METALL	4 - 8	5
PLAST	1,5 - 5	1,5

Beroende på den höga papperskonsumtionen i Sverige och den ökade användningen av lätt engångsemballage har hushållssoporna låg volymvikt och denna tenderar att sjunka ytterligare. Volymvikten kan även lokalt variera ganska kraftigt beroende på bebyggelsestyp, men som ett medelvärde för landet kan man överslagsmässigt räkna med ca 150 kg/m³ [36].

Ur miljövardssynpunkt är, liksom för alla avfallstyper, den lämpligaste "behandlingsmetoden" återanvändning av hushållsavfallet som råvara i produktionen. Man möter dock stora svårigheter härvid i och med hus-

hållsavfallets mångskiftande innehåll. Om återanvändning skall vara möjlig fordrar detta en separering av avfallet vid källan, dvs hushållen. Försök som gjorts, bl a i Kortedala i Göteborg, har slagit väl ut. Trots detta råder tveksamhet huruvida metoden är lämplig eller ej, vilket bl a beror på att en ytterligare separering är ofrånkomlig innan avfallet kan användas som råvara i produktionen.

7.2.2 Återanvändning av avfallspapper

Sedan lång tid är återvinningen av avfallspapper av stor ekonomisk betydelse och står i ett klart konkurrensförhållande till övriga behandlingsmetoder. Avfallspapperet betraktas som en viktig råvara, en returfiber, som genom sitt relativt låga pris blivit ett lämpligt utgångsmaterial för vissa kvaliteter av papper och papp.

	ton	kp/p
Total konsumtion av papper och papp	1.390.000	178
Återvinning av avfallspapper	317.000	41
Importerat avfallspapper	13.500	

Återvinningsprocent = 23 %		

Tabell 7:2 Hanteringen av pappersprodukter i Sverige år 1969. [32]
 Importen utgjordes av sådana kvaliteter som mycket väl kunde ha tillvaratagits i Sverige, men som hamnade på avfallstippar eller i förbränningsugnar.

Under de senaste åren har pappersbrukens behov av returfibrer markant stegrats. En stor del av de papp- och pappersprodukter vi umgås med i det dagliga livet kan efter användning inte återföras i produktionen. Till denna kategori hör konsumentförpackningar, plast-, vax- och tjärbestruket emballage, vissa hushålls- och sjukhusartiklar såsom handdukar, lakan, toalett- och rengöringspapper. Dessa produktsektorer börjar ta en

större del av den totala konsumtionen av papper och papp här i landet. Konsumtionsökningen tillför oss alltså inte en ökad kvantitet returfiber utan risk finns i stället att denna andel skall minska.

7.2.3 Aspekter på deponering av hushållsavfall .

Den förhärskande behandlingsmetoden för hushållssopor är dock deponering, okontrollerad eller kontrollerad sådan, med eller utan förbehandling i form av nedmalning av avfallet. Det är önskvärt att en biologisk nedbrytning under aeroba förhållanden äger rum. Härvid erhålls en väsentlig volymminskning och i vissa fall temperaturer som nästan ger en pastörisering. Detta innebär dock att man måste erhålla lämpliga fukt-, syre- och kvävehalter i hushållsavfallet. I allmänhet är de svenska hushållssoporna mycket torra, främst på grund av den höga halten papper. En ökning av fukthalten från den naturliga 20 till 30 % upp till ca 50 % har visat sig ha gynnsam effekt på den biologiska nedbrytningen [30]. Vattensjuk mark är därför olämplig som deponeringsplats, eftersom den biologiska nedbrytningen praktiskt taget helt avstannar under vatten. En för låg syrehalt gör att anaeroba nedbrytningsprocesser blir förhärskande, varvid nedbrytningen går långsammare och svavelväte samt metangas bildas. Problematiken med fukt-, syre- och kvävetillförsel behandlas i kapitel 8.

I samband med deponering av hushållsavfall uppkommer ett lakvatten som vid undersökning av tippar har uppvisat hög biokemisk syreförbrukning och bakteriehalt. Ur miljösynpunkt erfordras en effektiv uppsamling och rening av dräneringsvatten och förorenat ytvatten. Graden av rening är beroende på recipientens beskaffenhet och till vilket ändamål recipienten används. En deponeringsplats är dessutom ett kärt tillhåll för viltfågel och råttor. Detta ger upphov till ohygieniska förhållanden, som är särskilt ogynnsamt då deponeringsplatsen är belägen i närheten av bostadsområde. Problemet kan dock begränsas genom att täckmaterial efterhand lägges ut på soporna och på så sätt hålls tipsårets sålitet som möjligt. Mera här- om i kapitel 8.

7.2.4 Aspekter på kompostering av hushållsavfall

En utveckling av metoden kontrollerad deponering är kompostering av hushållsavfallet, vilket oftast föregås av homogenisering och utsortering av grovsopor. I stort sett är problemställningen densamma som för vanlig deponering men särskilt stor vikt måste läggas vid att erhålla lämpliga fukt-, syre- och kvävehalter. Mera härom i kapitel 8. Som slutprodukt erhålles en kompost som kan användas som jordförbättringsmedel eller som fyllnadsmaterial vid olika slag av byggnads- och anläggningsarbeten. Man har dock för närvarande problem att finna avsättning för kompostmaterialet.

7.2.5 Aspekter på förbränning av hushållsavfall

Den behandlingsmetod för hushållsavfall som utnyttjas mest i de största tätortsbildningarna är förbränning. Vid större förbränningsanläggningar är värmeåtervinning regel. Den stora fördelen med förbränning är den omedelbara volymminskningen, vilken uppgår till ca 90 % [38]. I vikts-hänseende stannar dock reduktionen vid 60-70 % [21]. Kvittblivningen av aska i större mängder kräver behandling av rätt komplicerat slag, såsom släckning i vattenbad och en kontrollerad uppläggning. Ett deponeringsområde erfordras dessutom under alla omständigheter, nämligen för avfall som inte kan förbrännas samt för reservändamål. Härutöver tillkommer problem med luftföroreningar genom rökgaserna. I stora anläggningar kan detta problem bemästras genom rökgasrening, men i små anläggningar ställer sig detta ekonomiskt svårutförbart. Mera om metoden i kapitel 8.

7.2.6 Inverkan av plast i hushållsavfallet

Plastavfallet blev livligt omdiskuterat i samband med lanserandet av öl- och läskedrycksflaskor av plast. Dessa flaskor tillverkas nämligen av PVC-plast (polyvinylkloridplast), vilket ger upphov till saltsyrebildning vid förbränning. Farhågorna torde dock ha varit obefogade. Man har uppskattat att den saltsyramängd som bildades vid förbränning av hushållsavfallets PVC-plast år 1970 uppgick till ca 1.000 ton i hela landet. Som jämförelse

kan nämnas att det samma år bildades ca 1.500.000 ton svavelsyra i rökgaserna från eldningsolja i industri och bostäder. [33]

I ugnsanläggningar kan dock saltsyran under vissa driftbetingelser medföra olägenheter ur korrosionssynpunkt. Plasternas andel av hushållsavfallet är såsom framgår av tabell 7:1 ganska liten men utvecklingen tyder på en kraftig ökning under det närmaste decenniet. Trots den ökade plastkonsumtionen torde de i dag använda behandlingsmetoderna för hushållsavfall kunna användas under 70-talet utan att speciella åtgärder behöver vidtagas p g a plastinnehållet. Detta stör sålunda inte en komposteringsprocess förutsatt att det är tillräckligt finmalet. Å andra sidan förekommer dock inte någon bakteriologisk nedbrytning av plastavfallet.

Pyrolys (se kapitel 8) anses vara en behandlingsmetod speciellt lämplig för plastavfall. Den gas som därvid bildas kan användas som bränsle i processen. Det är i alla hänseenden av största vikt att plastindustrin aktivt tar del i forskning och övriga ansträngningar för att förbättra miljön.

7.3 Latrin

Latrinbehandling sker vanligen i avloppsreningsverk men även i s k latrinstationer, där latrinet inblandas med torvströ till mull. En latrinstation skall omfatta bl a täta lagrings- och oxidationsbassänger, uppsamlingsbrunnar för avgående urlakning, tvättplats och lagerutrymmen för tomma latrinkärl [38]. Latrin kan även tillsammans med avloppsslam komma till användning vid samkompostering med hushållsavfall i syfte att reglera kväve- och fukthalten under komposteringsprocessen.

7.4 Handels- och kontorsavfall

Detta avfall består huvudsakligen av papper, som väl lämpar sig som returfiber och sålunda kan återföras i produktionen. Med ~~övrigt handels- och kontorsavfall~~ ~~förfares~~ på samma sätt som hushållsavfall och gemensamt med detta.

7.5 Ofarligt industriavfall

Den behandlingsmetod som kommer i fråga vid denna typ av avfall är deponering. Vid dåligt skötta deponeringsplatser för industriavfall deponeras ibland oljor, gifter eller dylikt avfall, vilket är helt förkastligt. Även om s k farligt avfall inte ingår utgör industriavfallet en stor brandrisk. Det skall därför finnas lämplig avgränsning mellan deponeringsytor för hushållsavfall och industriavfall, exempelvis jordvallar eller brandgator då dessa båda avfallstyper deponeras inom samma anläggning. Man bör vid industriavfall vidtaga åtgärder för att förhindra vattencirkulation i tippen, då annars vissa delar av avfallet kan lösa sig och lämna tippområdet. Dessa åtgärder kan bestå av att avfallet täckes med ett tätt material och att överytan lägges i lutning för att underlätta ytavrinning. Tänkbara alternativ till deponering är återanvändning eller förbränning.

Industriavfallet antas för hela landet ha en årlig ökning med 2 à 3 % med hänsyn tagen till nationalproduktutvecklingen [36]. Avfallet uppvisar dock stora lokala variationer både vad beträffar mängd och sammansättning och särskilda utredningar måste göras i varje enskilt fall vid projektering av deponeringsplats.

7.6 Ofarligt sjukhusavfall

Förutom det s k farliga avfallet i form av gifter, rester av läkemedel och andra kemikalier uppkommer i sjukhus speciellt avfall innehållande bl a sjukdomsalstrande bakterier. Denna senare del kan benämnas riskavfall och anses inte vara med hushållsavfall jämförligt, varför det bör behandlas separat. Lämplig behandling är destruktion i en regional anläggning.

7.7 Byggnadsavfall

Byggnadsavfall lämpar sig väl som fyllnadsmassor. Vanligen förekommande är även deponering av avfallet tillsammans med hushållsavfall. Ringa olägenheter uppstår vid sådan behandling av byggnadsavfall, då detta inte torde förorsaka någon förorening av dräneringsvattnen. Dock påverkas avfallet mycket lite av de nedbrytningsprocesser som förekommer i en tipp. Härmed står även klart att byggnadsavfall är helt olämpligt att tillföra hushållsavfallet i en komposteringsanläggning.

7.8 Kemiskt avfall - oljor, kemikalier och gifter

7.8.1 Uppkomst och inventeringsproblem

Inom de flesta industrier, inte minst de kemiska, förekommer en intern cirkulation eller återanvändning av material och energi. Förr eller senare uppnås dock det stadium, då det blir ekonomiskt fördelaktigare att bli kvitt materialet mot, eller rent av för viss betalning hellre än att utnyttja det i den egna produktionen. Det skulle i och med det kunna karakteriseras som avfall.

Kemiskt avfall kan mot denna bakgrund omfatta avfall, innehållande produkter som framställts inom kemisk och kemisk-teknisk industri. Avfallet kan komma antingen direkt från dessa industrier eller från andra industrier och verksamheter, där produkterna används. Detta innebär att kemiskt avfall uppkommer från många, kanske de flesta verksamheter, förutom från de kemiska och kemisk-tekniska industrierna, från t ex järn- och stålverk, järn- och stålmanufaktur, metallmanufaktur, mekaniska verkstäder och gjuterier, grafisk industri, bensinstationer, skrotfirmor, sjukhus och tvätterier. Andra exempel på producenter av kemiskt avfall är forsknings-, undervisnings-, analys- och fotografiska laboratorier.

Det kemiska avfallet är sällan "rena" produkter utan blandningar av ett flertal basprodukter. För att kunna välja lämpliga behandlingsmetoder och dimensionera dessa rätt behövs vetskap om avfallets sammansättning och mängd. Flera undersökningar har visat att det är mycket svårt att få kännedom om detta, vilket kan ha flera orsaker. En är att man på ansvarig nivå inom företagen inte alltid har kännedom om sin avfallssituation, vilket kan bero på att avfallsproblemen inte aktualiserats förrän under senare tid.

En annan orsak är att vissa företag är ovilliga att avslöja sina avfallsmängder, kanske för att ur konkurrenssynpunkt inte ge upplysningar om sin verksamhet [22]. Bäst känd är situationen beträffande det petroleumhaltiga avfallet. Man skiljer här mellan flytande petroleumhaltiga avfall s. k. avfallsolja och oljehaltigt fast avfall, exempelvis kontaminerade jordmassor, trasor, sågspån etc. (I Sverige hanterades 1971 ca 30 milj m³ petroleumprodukter, vilka i princip kan delas in i följande grupper (med stigande kokpunkt): Petroleumgaser (ex. -vis metan, etan, butan etc.),

bensiner, fotogener, eldningsolja, smörjoliebaser, asfalt. Avfallsolja uppkommer i samband med hantering och användning av de mera högkokande fraktionerna. De lättkokande petroleumgaserna blir sällan egentligt avfall, enär de oftast avdunstar vid spill eller rengöring [42]. Den omhändertagna mängden oljeavfall beräknas för närvarande vara ca $120.000 \text{ m}^3/\text{år}$ [22]. Det händer att oljeavfallstyper blandas ihop för att underlätta för insamlingsledet i deras arbete. Det man härigenom vinner i hanterings- och transportkostnad förloras ofta flerfaldt genom en avsevärt mera komplicerad teknik vid behandlingen av dessa sammanblandade avfall, eftersom olika petroleumavfall kräver skilda tekniska processer för behandlingen. Detta är orsaken till att avfallen vid källan skall separeras så långt det är tekniskt-ekonomiskt rimligt.

7.8.2 Behandlingsåtgärder

Den enklaste formen av olje- och kemikaliedestruktion sker i en grop i marken, som fylls med avfallsprodukter och antänds med jämna mellanrum. Denna okontrollerade förbränning förorsakar avsevärda luftföroreningar i grannskapet. Dessutom föreligger risker för infiltration av det kemiska avfallet till grundvattenförändelager. Metoden borde med andra ord tillhört en förgången teknik, men gör det dessvärre inte. Oskadliggörandet av kemiskt avfall borde i stället inordnas under någon av följande fyra huvudgrupper:

1. Återanvändning
2. Förstöring (destruktion)
3. Förvaring (deponering etc) - noga kontrollerad sådan
4. Spridning

Ibland måste man inledningsvis eller senare tillgripa fysikaliska arbetsoperationer, t.ex. sedimentation, centrifugering, filtrering, avskiljning, i elektrofilter, flockning, flotation, destillation etc för att uppdelat avfallet och erhålla ett lämpligare utgångsmaterial vid oskadliggörandet.

1. Återanvändning:

- a) Återvinning är möjlig för exempelvis många avfall bestående av olje- och lösningsmedel.
- b) Omvandling (konvertering etc) till nyttiga produkter.

2. Förstöring

a) Omvandling till ofgiftiga eller ofarliga produkter:

Det kan här ex. vis vara fråga om kemisk eller mikrobiell nedbrytning av organiska kemikalier. De båda vanligaste metoderna för kemisk destruktion är oxidation och hydrolys.

När det gäller oorganiskt kemiskt avfall är neutralisation av syror med alkali ett ofta förekommande sätt att oskadliggöra genom omvandling till ofarliga produkter. Även det omvända fallet - neutralisation av alkali med syra - kan förekomma.

I fråga om metallsalter i vattenlösning kan man ofta omsätta dem till en i vatten olöslig förening (utfällning), som därefter avskiljes.

b) Förbränning:

Organiska kemikalier kan i allmänhet oskadliggöras genom förbränning i ugnar, där man har sört för att temperaturen blir tillräckligt hög (800-1100°C). Avfallsförbränningsugn bör förses med anordning för rökgasrening.

3. Förvaring

Giftiga kemikalier bör före deponering omvandlas till mindre farliga produkter. Plats för deponeringsområde måste väljas så att olägenheter av föroreningar i mark, grund- och ytvatten och luft ej uppkommer.

4. Spridning:

Man kan t ex göra sig av med vissa giftiga ämnen genom att via tillräckligt höga skorstenar sprida ut dem i atmosfären. Med hjälp av vindarna erhålles en utspädning till ofarliga koncentrationer. Likaså släpps vissa giftiga ämnen och andra kemikalier ut med avloppsvattnet till en recipient och därigenom utspäds dessa till ofarlig koncentration. Denna behandlingsmetod är dock inte särskilt attraktiv ur miljösynpunkt.

7.8.3 Resursproblematiken vid omhändertagande av kemiskt avfall

De kommunala renhållningsresurserna begränsar möjligheterna att inordna det kemiska avfallet i den egna avfallshanteringen. Det finns vanligtvis i kommunerna inga ställen, där man kan göra sig kvitt detta avfall, beroende på avsaknaden av tekniska resurser. Hälsovårdsnämnderna har varit tvungna att se genom fingrarna på spillet av gifter och andra hälsovådliga ämnen. Dessa svårigheter torde ha varit bakgrunden till bildandet av Svensk Avfallskonvertering AB (SAKAB), som startade sin verksamhet vid halvårsskiftet 1969. Satsningen på SAKAB med ett riksfattande nät för centraliserad insamling och behandling av kemiskt avfall slog inte så väl ut som man hade hoppats. Systemet i sig självt var bra, men stora praktiska och ekonomiska problem förelåg. I början av år 1971 tillsattes en "Utredning rörande omhändertagande och behandling av Kemiskt Avfall" (U. K. A.) för att bringa ordning på avfallsområdet. Som en följd av UKA:s första betänkande avvecklades SAKAB. I stället rekommenderades en utvidgning av forskningsprogrammet vid IVL till att omfatta hela avfallsområdet. I det andra betänkandet förordas en ändring av lagen, så att det blir möjligt för Konungen att utvidga det kommunala monopollet i särskilda fall. Vidare föreslås en rad separata åtgärder som tillsammans skall bringa problemet med det kemiska avfallet under kontroll. Åtgärderna skall vara grundade på tillräckliga kunskaper. Man anser att erfarenheterna från bl a SAKAB visar att även betydande insatser utan tillfredsställande underlag ger sämre resultat än stegvisa åtgärder som är väl underbyggda. Övervägandena om behövliga insamlings- och behandlingsresurser bör ske i anslutning till branschvisa inventeringar. Utredningen föreslår också, att 50 % statsbidrag skall utgå till lokaler för lagring tills vidare av sådant kemiskt avfall som idag inte kan oskadliggöras. På det sättet bör rimligtvis uppnås en minskning av den okontrollerade tippning av farliga avfall som idag förekommer [27]. Svårigheterna är således stora för att erhålla en godtagbar behandling av det kemiska avfallet, och kommunerna har besvärliga problem att brottas med. Man bör ta detta i beaktande vid en kritisk granskning av kommunernas ofta okunniga hantering av kemiskt avfall.

7.9 Gatu- och parkavfall

Detta avfall behandlas lämpligen tillsammans med hushållsavfall. Snömassor deponeras dock för sig på härför avsedd deponeringsplats.

7.10 Schaktmassor

Schaktmassor lämpar sig väl som fyllnadsmaterial vid olika slag av byggnads- och anläggningsarbeten. De kan om sammansättningen är lämplig även användas som täckmaterial vid deponeringsanläggningar.

7.11 Skrotbilar

Den årliga mängden utrangerade bilar uppgick år 1970 till drygt 100.000. Med en beräknad genomsnittlig livslängd av 10 år för en personbil skulle fram mot år 1980 detta antal ha stigit till över 200.000.

Beträffande hanteringen av bilvrak kan en fördelning göras på i princip två sorters företag:

- 1) Företag som primärt är intresserade av säljbara reservdelar
- 2) Företag som skrotar vraken på något sätt för avyttring till järnverk

Den förstnämnda kategorin kan å sin sida uppdelas på bildelsparker och bildemonteringsföretag. En bildelspark består normalt av en samling bilvrak ur vilka bilägare kan plocka begagnade delar. När ett vrak är plundrat och saknar vidare intresse fraktas det undan och en tillplattning sker normalt för att minska utrymmesbehovet. Så småningom bildas sålunda stora anhopningar på ett sätt som starkt försvårar vidare behandling. Det totala antalet bildelsparker i landet torde uppgå till närmare 2.000. Bildemonteringsföretagen koncentrerar sin verksamhet på krockskadade fordon, en grupp som utgör knappt 20 % av totala årliga bilvraksmängden. De urplockade reservdelarna, som ofta representerar höga värden, läggs upp i lager medan den ej avyttringsbara återstoden via skrofföretag kommer som råvara till järnbruk. Dessutom finns alltså företag som omhändertar vrak direkt för skrotning. Dessa företag handlar med alla slag av

skrot, varav bilskrotet endast utgör ca 10 %. Bilskrotet utgör en del av det s. k. uppsamlingsskrotet och är ur järnbrukens synpunkt av lägre kvalitet.

Det torde numera stå klart att en "behandling" av bilvrak genom tippning till lands eller havs fränsett de miljövårdsmässiga aspekterna är olämplig även sett ur nationalekonomisk synvinkel. De behandlingsmetoder som kan komma i fråga för en återföring av bilvrak i produktionen är pressning, klippning eller fragmentering. Dessförinnan måste en förbehandling i form av rensning ske, vilket lämpligen göres vid speciella uppsamlingsplatser. Syftet med rensningen är att ta bort säljbara delar samt material av sådan kemisk sammansättning att kvaliteten i det slutbehandlade skrotet till järnbruken och därmed stålet, äventyras. På rensningen följer normalt en utbränning som dock ej är nödvändig i detta skede om fragmenteringsmetoden används. Vid utbränningen avlägsnas gummi- och klädselrester, trä, plast och lack. Om slutbehandlingen utgöres av pressning eller klippning sker därefter direkt transport till järnbruk, annars tillplattas endast vraket för vidare transport till en fragmenteringsanläggning. En sådan har uppförts i Halmstad och anses ge bättre kvalitet på skrotet än vad metoderna pressning och klippning gör.

Otillåten kvittblivning av kasserade bilar i naturen är en inte särskilt ovanlig företeelse. Denna hantering är i lag förbjuden men det kan bereda stora svårigheter att spåra rätte ägaren. För att underlätta för privatpersoner att göra sig av med bilvrak upplåtes ofta mot viss avgift den kommunala deponeringsplatsen som tillfällig uppsamlingsplats och kommunen åtar sig sedan ansvaret för vidare transport till behandlingsanläggning.

7.12 Slam från avloppsreningsverk

Se kapitel 9: Tagene slamtipp (speciellt 9.5, 9.6.3, 9.7, 9.8.2)

Se kapitel 8.4: Kompostering (samkompostering, hushållsavfall och avloppsslam)

7.13 Aska och slagg från förbränningsanläggning

Se kapitel 9: Tagene slamtipp (speciellt 9.4, 9.61, 9.62, 9.81).

7.14 Bark

Den största delen rundved tillförs numera skogsindustrierna i obarkat skick. Koncentrationen av barkningen till industrierna har medfört uppenbara problem, eftersom barken normalt inte kan nyttiggöras utan måste betraktas som avfall. 3-4 av minst 15 miljoner m³ årligt barkavfall deponeras på de omkring 600 barktippar som är i bruk i dag. Resterande del behandlas nästan uteslutande i förbränningsanläggningar [40].

Barkningsförfarandet kan ske enligt två skilda principer, nämligen torr- eller våtbarkning. Enligt det senare alternativet översköljs stockarna med vatten, när de barkas. Om de på så sätt erhållna barkmassorna skall brännas, måste de först avvattnas, vilket innebär att starkt förorenat vatten pressas ur. Det är därför angeläget att torrbarkning införs i största möjliga utsträckning. I de fall våtbarkning av kvalitetsskäl måste ske är det önskvärt att denna föregås av ett torrt barkningsförfarande. De stora föroreningshalterna i vatten från barkmassor sammanhänger bland annat med att ca 20 % av barkens beståndsdelar är vattenlösliga [39]. Sålunda lakas ämnen såsom kolhydrater, fenoler och tanniner lätt ut ur våt bark. Det är därför även av vikt att bark inte deponeras i kärrmark eller vid stränder. Trots detta är mer än hälften av dagens barktippar belägna i sådana vattenområden [39]. Som följd härav uppkommer lakvatten med stor biokemisk syreförbrukning och höga bakteriehalter. En ytterligare faktor av betydelse är tippens höjd. Vid deponering till stor höjd produceras ett starkt förorenat lakvatten bl a som följd av anaeroba nedbrytningsprocesser. Blir den biologiska aktiviteten i tippen tillräckligt intensiv kan tippen självantändas. För att motverka detta bör höjden inte överstiga 2 m. Vidare är det fördelaktigt om barken deponeras på sådant sätt att god lufttillförsel erhålls även i upplagets mittparti. Sammanfattningsvis kan alltså sägas, att tippningen bör ske i tunna skikt eller strängar på torr mark, så att en genomluftning uppnås. Härvid erhålles goda förutsättningar för att den biologiska nedbrytningen av barkavfallet sker i aerob miljö, vilket är en klar fördel. För att befrämja växtligheten på det kvävefattiga barkavfallet kan man tillsätta konstgödsel, slam från kommunalt avloppsreningssystem eller dylikt.

En ytterst liten del bark nyttiggörs som tjälisolerande material i vägar. Därvid måste dock tas hänsyn till att barklagret kan ge upphov till kraftigt förorenat och illaluktande dräneringsvatten.

8. BEHANDLINGSMETODER FÖR AVFALL

8.1 Inledning

Den metod för kvittblivning av avfall som i första hand bör undersökas är återanvändning i produktionen. Detta är dock mera sällan realistiskt ur ekonomisk synpunkt, varför man oftast är hänvisad till ett förfarande av annat slag. Vi skall här något utförligare beskriva behandlingsmetoderna för i främsta hand hushållsavfall och övrigt avfall som behandlas gemensamt med eller på liknande sätt som detta. Hur man förfar med mera speciella avfallstyper såsom kemiskt avfall, skrotbilar etc har berörts i samband med problematiken med dessa avfall i kapitlet 7. De behandlingsmetoder som enligt ovan kan komma i fråga är:

- A. Homogenisering, vilket utgör en förbehandlingsmetod för kontrollerad deponering och kompostering
- B. Oordnad deponering
- C. Kontrollerad deponering (täcktipp)
- D. Kompostering (med eller utan inblandning av avloppsslam)
- E. Kontrollerad förbränning

Dessutom förekommer en del behandlingsmetoder som fortfarande befinner sig på utvecklingsstadiet såsom:

- F. Pyrolys
- G. Tezuka-metoden

8.2 Homogenisering

Homogenisering, vilket ibland även benämnes fragmentering, innebär att avfallet males och därigenom erhåller en mera homogen sammansättning. Metoden utgör en förbehandling för kontrollerad deponering eller kompostering. Homogeniseringsförfarandet har i dag sin största betydelse i det behandlade avfallets omedelbara volymreducering, vilken uppgår till ca 50 %, något varierande på avfallets sammansättning, och den maskinella utrustningen. Det nermalda avfallet ger förutom volymreducering även, jämfört med det obehandlade stora fördelar vid den efterföljande deponeringen eller komposteringen. Mera härom senare.

De använda utrustningarna utgörs till större delen av s k hammarkvarnar med en eller två rotoror (axlar) försedda med hammare som slår sönder och homogeniserar avfallet vid passagen genom kvarnen. Vissa kvarnar är så konstruerade att de beståndsdelar som den inte kan mala sönder, såsom t ex symaskiner eller hjulfälgar, matas ut via en sidoväg för senare behandling i någon därtill lämplig anläggning. De flesta hammarkvarnar har horisontella axlar men vertikala förekommer även hos något fabrikat. Utrustningen utsätts för kraftig förslitning och de utförandetyper, där hårt ansatta delar lätt kan bytas ut, är att föredraga. Beroende på inmatningshastighet, rotorstorlek etc kan det utgående materialets finhet varieras. Skall det homogeniserade materialet deponeras kan man nöja sig med ett grövre material. Om däremot kompostering är aktuell bör materialet vara mera finfördelat. I vissa homogeniseringsanläggningar blandas det nermalda avfallet med avloppsslam, vilket utgör ett led i komposteringsprocessen.

Som jämförelsevärde för en homogeniseringsanläggningens kapacitet kan nämnas att den som är i drift i Lilla Kovik på Värmdö utanför Stockholm har två kvarnar, vilka vardera tar 15 ton/timme.

8.3 Oordnad tippning

Till denna kategori kan räknas den gamla typen av tippar, där avfallet helt fick sköta sig självt med hygieniska problem som följd. Detta sätt att bli kvitt avfallet används fortfarande till viss del, dock endast vid mindre anläggningar och metoden är som helhet på utdöende. Dessutom anser vi att vissa deponeringsplatser där man kanske haft intentioner att driva kontrollerad deponering i verkligheten hör till kategorin oordnad tipp. Någon skarp gränsdragning går inte att göra, men de kriterier som gör att vi vill benämna behandlingen för "oordnad deponering" är:

- a) då planlösheten i tippandet tar sig uttryck i att man samtidigt lägger avfall på flera olika ställen inom tippområdet, vilket försvårar en ordentlig täckning och skötsel av tippen, som i sin tur innebär att råttor och viltfågel får mer eller mindre fritt tillträde till avfallet.
- b) då avfallslagrens tjocklek blir alltför stor och överstiger 5 m (bör vara ca 2 m). Det finns exempel på tippar där tippsårets utsträckning i höjdlängd kan vara ända upp till 10 à 15 m. Det blir på sådana

tippar omöjligt att genomföra en effektiv packning av avfallet och att klara en ordentlig jordtäckning av famförallt tippfronten och härigenom hålla råttor och vitfågel borta är helt uteslutet. Det uppstår dessutom lätt svårsläckta bränder i tippar av detta slag.

- c) då man deponerar olika sorters avfall tillsammans, dvs blandar hushållsavfall med exempelvis industriavfall eller t o m kemiskt avfall, vilket ibland är fallet.
- d) då man låter öppen bränning äga rum på tippen för att på så sätt reducera volymen. Sådan öppen bränning måste anses helt oacceptabel, enär den ger stora luftföroreningar både med avseende på stoft och lukt.
- e) då man lägger kemiskt avfall såsom spillolja i en grop i tippen och när vindriktningen sedan inte är alltför ogynnsam bränna det samma i gropen, vilket ger upphov till våldsam rökutveckling.

Vanskötsel av tippar beror antingen på ren okunnighet om hur en tipp bör skötas eller på ekonomiska hänsynstaganden, då kostnaden för oordnad deponering är minimal. Då berörda instanser tar alltmera del av utvecklingen inom avfallshanteringen och kommunerna numera enligt lag har möjlighet att i renhållningstaxorna även ta med behandlingskostnaderna kan man hoppas att oordnad deponering inom en snar framtid kommer att tillhöra en förgången behandlingsmetod.

8.4 Kontrollerad deponering

8.4.1 Förberedande åtgärder

Redan valet av läge för en s k täcktipp är av stor betydelse för att en ur miljösynpunkt lämplig behandling skall kunna erhållas. Sålunda bör inte vattensjuk mark användas, eftersom den biologiska nedbrytningen av avfallet praktiskt taget helt avstannar under vatten. En tät undergrund är därtill nödvändig för att platsen skall kunna användas utan risk för någon form av vattenförorening. Om sådan undergrund till en deponeringsplats inte

är tillgänglig bör en tätning av botten utföras. Denna kan ske med ett lager lera om sådan kan anskaffas i tillräcklig mängd eller med kemiska medel såsom bitumen, kalk, gips eller cement.

8.4.2 Problemkomplexet skiktvis deponering med packning, täckmassor, biologisk nedbrytning

Själva täcktippen bygges upp av varvade ca 2 m höga avfallsskikt och successivt pålagt täckmaterial av jord eller liknande. Vi kommer till att börja med att beskriva metoden, då de deponerade massorna består av hushållsavfall. Därvid kommer en biologisk nedbrytning av avfallets organiska beståndsdelar att äga rum, antingen under aeroba eller anaeroba förhållanden, beroende på vilka betingelser som är för handen. Oberoende om aeroba eller anaeroba processer är förhärskande är en tillförsel av vatten nödvändig för att den biologiska nedbrytningen skall slutföras. En ökning av fukthalten från den naturliga 20 a 30 % till ca 50 % har därvid visat sig ha gynnsam effekt. Om inte vatten tillsätts vid deponeringen kommer fukthalten att bli beroende av nederbörden. Så småningom nedtränger tillräckligt med vatten för nedbrytningen och först då slutförs denna.

Den aeroba nedbrytningsprocessen, vilket vanligen benämnes kompostering, sker som namnet antyder under förbrukning av syre och dessutom är ett antal andra faktorer av betydelse såsom temperatur och mineralämnesbehov. En aerob nedbrytning anses medföra små kvantiteter lakvatten och låga föroreningshalter i detta.

Om nedbrytningen sker i anaerob miljö, vilket innebär avsaknad av syre kommer den biologiska sönderdelningen att bli både långsammare och mera ofullständig. Svavelväte samt metangas erhålles härvid som restprodukt.

Man kan av ovan tycka att en aerob miljö för nedbrytningen vore att eftersträva, vilket också många har hävdad, men det visar sig - som vi skall se - erbjuda stora problem att säkerställa syretillförseln till hushållsavfallet.

Om vi uppehåller oss vid ett avfallsskikt ett tag, så bör höjden på detta inte vara större än ca 2 m. Orsaken härtill är att en effektiv packning av avfallet är svår att genomföra vid större höjder. En effektiv packning är

nämligen viktig för att minska risken för bränder och för att hindra att råttor trivs i avfallsmassorna. Dessutom vill man inte ha större avfallsskikt för att kunna genomföra en täckning av tippfoten, vilken också har till uppgift att minska avfallets åtkomlighet för råttor och vitfågel. Denna skiktvisa kompakta uppbyggnad leder till att anaeroba nedbrytningsprocesser blir förhärskande. För att erhålla den biologiska aktiviteten i aerob miljö vore en lucker uppbyggnad av avfallet nödvändig [7], vilket medför större fara för ytbrand och hygieniska olägenheter i form av närvaron av skadedjur.

Behovet av täckmassor kan motiveras av att:

- 1) göra avfallet svåråtkomligt för djur
- 2) förhindra kringspridning av avfallet till omgivande terräng
- 3) förhindra spridning av eventuellt uppkommen brand till intilliggande skikt
- 4) man eventuellt vill minska infiltrationen.

Erforderliga täckmassor måste läggas ut med minst 15 cm tjocklek men helst bör en tjocklek på ca 30 cm eftersträvas. Vissa föreställningar gör gällande att ett poröst täckmaterial såsom sand eller grus möjliggör syretillträde till hushållsavfallet och därmed befrämjar aerob nedbrytning, medan tätt material gör att anaeroba processer blir förhärskande. Med det tidigare sagda att den skiktvisa kompakta uppbyggnaden försvårar syretillträde till avfallet torde endast de närmast täckmaterialet liggande soporna kunna tillgodogöra sig syret. Om därtill lägges att täckmaterialet packas av de fordon som trafikerar deponeringsplatsen och spill vid avfallshanteringen försämrar de porösa egenskaperna torde förhoppningarna om att erhålla de aeroba nedbrytningsprocesserna som övervägande kunna avfärdas.

Man bör i stället inrikta sig på att använda det täckmaterial som ger minsta möjliga kostnad, dock med viss urskiljning. I detta sammanhang kan tilläggas att brist på täckmassor kan motivera större fyllnadshöjd än 2 m, dock bör den inte överstiga 4-5 m. Det är bättre att ha en bra täckning var 4:e meter än en dålig täckning varannan meter.

För att avfärda teorin med aeroba nedbrytningsprocesser även om en lucker uppbyggnad av avfallet med tillhörande problem accepteras vill vi göra följande jämförelse: Vid en ren komposteringsprocess, där avfallet först males, därefter blandas med rötslam eller latrin för att uppnå gynnsamma betingelser och till slut lägges ut för öppen kompostering med fullt lufttillträde är inte nedbrytningen helt avslutad förrän efter 6-8 månader. [25]. I en täcktipp är det i alla händelser otänkbart, att mer än det översta avfallsskiktet får lufttillträde så att nedbrytningen försiggår i aerob miljö. Att ett avfallsskikt uppfylles på, dvs ligger överst, 6-8 månader är en ganska rimlig uppskattning för en täcktipp av normal storlek. Med hänsyn till de betydligt sämre förutsättningarna för kompostering blir inte de aeroba nedbrytningsprocesserna förhärskande mer än i det första skedet av den biologiska sönderdelningen.

8.4.3 Två metoder att tillföra avfallet vatten

Om sålunda olägenheterna med anaeroba nedbrytningsprocesser accepteras, är den återstående frågan angående själva tippens uppbyggnad hur soporna skall tillföras det vatten som är nödvändigt för den biologiska nedbrytningen. Det finns i princip två möjliga lösningar härtill. Den ena är att man lägger ut horisontella avfallsskikt, vilket innebär att stor del av nederbördsvattnet infiltreras ner i tippkroppen. Den andra (fig. 8:1)

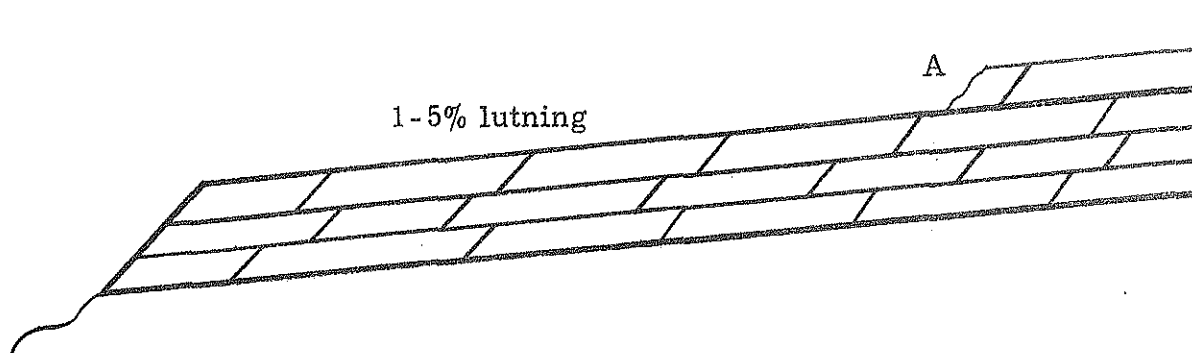


Fig. 8:1

innebär att avfallsskikten ges en lutning (1-5 %) för att underlätta för ytavrinning av ej förorenat vatten. I stället sker vattenbegjutning över själva tippsåret (A) av lämpligtvis uppsamlat dräneringsvatten från tippen. Härigenom uppnås erforderlig fukthalt i ett begynnelseskede och därefter fås något tillskott av regnvatten som till viss del även här infiltrerar. Trots att den första tipptypen är enklare att bygga upp är den senare mera tilltalande på grund av att man här får mindre förorenade vattenmängder till recipienten eller den eventuella reningsanläggningen.

8.4.4 Åtgärder för rening av lakvatten

Vid undersökningar av dräneringsvatten från tippar har detta visat sig ha hög biokemisk syreförbrukning och bakteriehalt. Vattenprover tyder på att föroreningshalterna är av samma storleksordning som eller ibland t o m avsevärt större än de som erhålles i vanligt kommunalt avloppsvatten. Vad som försvårar problemet ytterligare är att starkt förorenat vatten kan avrinna från tippen under långa tider, kanske årtionden, efter det att deponeringen är avslutad. Man måste sålunda vidtaga åtgärder för att samla upp det urlakade, förorenade vattnet och leda det till en behandlingsanläggning av något slag. Uppsamlandet av dräneringsvattnet kan ske antingen genom djupdränering i botten på täcktippen eller genom ytligt ligande dräneringsdiken vid täcktippens slänter. Omständigheterna på platsen, bl a topografin, får bestämma vilket alternativ som är lämpligast i det aktuella fallet. Kravet på vattenreningsmetod bör bestämmas av recipientens beskaffenhet och dess utnyttjande. I vissa fall kan en biologisk damm och eventuell klorering ge tillräcklig rening medan i andra kemisk rening jämte klorering blir nödvändig. Ett ibland utmärkt alternativ som bör övervägas är att endast sköta om uppsamlingen av dräneringsvattnet vid deponeringsanläggningen och därefter leda det till kommunalt avloppsledningsnät för senare rening i reningsverk.

Under alla omständigheter bör man söka minimera mängden förorenat vatten till rening. Ett led i dessa strävanden är den tidigare omtalade metoden att lägga avfallsskikten i lutning, så att så mycket som möjligt av nederbörden kan avledas utan att bli förorenat. Därtill läggs den minskning som erhålles genom återpumpning av dräneringsvatten till soporna. Dessutom bör nederbördsvatten från terrängen utanför deponeringsområdet uppsamlas och bortledas innan det når kontakt med täcktippen.

8.4.5 Skötseln av deponeringsplatsen

Det är viktigt att från början göra upp en plan över hur deponeringen skall utföras, hur skötseln av deponeringsplatsen skall bedrivas, vilka fortlöpande undersökningar som bör ske och lämpliga tidpunkter för dessa. Det kan ofta vara lämpligt att dela upp deponeringen i etapper och avskilja dessa med täckmaterial även inom samma avfallsskikt för att härigenom minska varje avfallsenhet (fig. 8:2). Detta förhindrar spridning av eventuell brand. Deponering skall ske på endast en etapp åt gången för att erhålla minsta möjliga tipsårsyta.

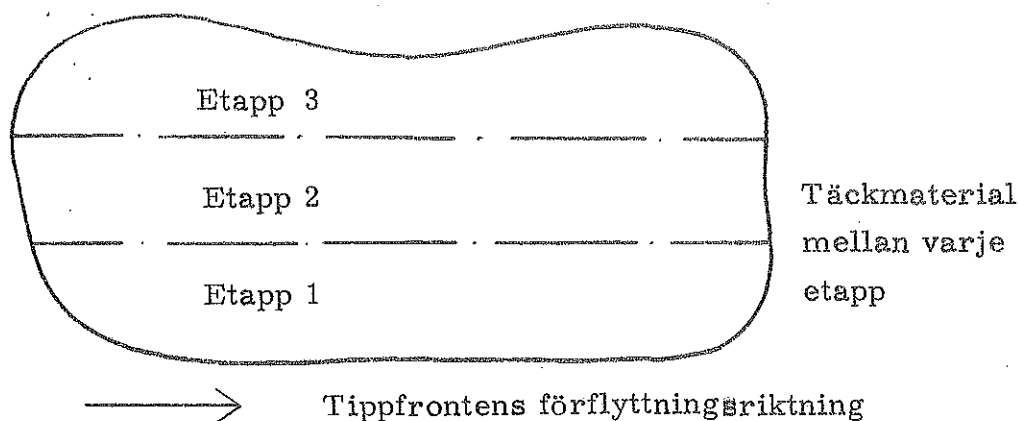


Fig. 8:2 Planskiss av ett skikts uppdelning.

Det deponerade avfallet skall genast bredas ut och packas. Härtill används ofta bandtraktor med schaktblad, vilka normalt dock har en liten ytbelastning och packningen blir inte speciellt effektiv. Bättre är de särskilt för avfallsutläggning konstruerade s.k. kompaktorerna, vilka finns i varierande storlekar mellan 10 och 40 ton och är försedda med hjul eller valsar med tandningar. Dessa ger en effektiv bearbetning av tippen med krossning av skrymmande föremål och en avsevärd volymminskning som följd. Denna volymreducering är en stor fördel, då ett av de dominerande problemen i dagens avfallshantering är den kraftigt ökande avfallsvolymen. Efter att avfallsskiktet har nått sin slutliga höjd sker omedelbar täckning av soporna. Efter det att den sista soptransporten har kommit för dagen, bör även tippfronten täckas. Ovanstående motiverar, varför täckmaterial måste finnas lätt tillgängligt inom deponeringsplatsen.

	Volymvikt	Behov av täckmassor per m ³ obehandlat avfall
Obehandlat avfall	0,15 t/m ³	0,15 m ³
Kompakterat avfall	0,4 t/m ³ [37]	0,06 m ³

Tabell 8.1 Förutsättning: deponering i 2 meters skikt och 30 cm tjocklek på täckmaterialet.

Av tabell 8.1 framgår att behovet av täckmassor är 2 till 3 ggr så litet efter kompaktering, vilket innebär en betydande ekonomisk vinst. Jfr. homogenisering tabell 8.2.

Man bör med jämna mellanrum göra analyser av grund- och ytvattnet nedströms täcktippen för att förvissa sig om att de vidtagna åtgärderna hindrar en spridning av föroreningar från avfallsmassorna. Det kan dessutom vara av intresse att få kännedom om ev. förändringar i grundvattenståndet i samband med deponeringen, då strömbildningen därmed delvis kan bli en ny och de från början vidtagna åtgärderna visar sig otillräckliga. En viktig faktor utgör även upprättandet av en plan över hur området skall se ut när deponeringen är avslutad. För att minimera problemet med avrinning av förorenat vatten efter deponeringens avslutande är det lämpligt att täcka översta avfallsskiktet med ett tätt, något tjockare lager täckmaterial. Den slutliga överytan ges därvid en sådan lutning att övervägande delen av nederbörden avrinner som ytvatten.

8.4.6 Deponering av homogeniserat hushållsavfall

Olägenheterna med den enkla täcktipningen av avfall kan till stor del bemästras genom homogenisering i hammarkvarnar. Härigenom minskar avfallsvolymer avsevärt som tidigare nämnts. Dessutom förhindras kring-spridning av sopor och förutsättningarna för att råttor och vitfågel skall kunna livnära sig på avfallet försämras betydligt. Kompaktering av homogeniserat avfall är överflödigt men även detta avfallet bör täckas även om jord-täckningen kan ske med tunnare skikt. 10 cm täckning kan härvid anses tillräckligt.

	Volymvikt	Behovet av täckmassor per m ³ obehandlat avfall
Homogeniserat avfall	0,5-0,6 t/m ³ [37] $\approx$ 0,02 m ³	

Tabell 8:2 Förutsättning: deponering i 2 meters skikt och 10 cm tjocklek på täckmaterialet. Jfr. tabell 8.1.

Genom homogeniseringen erhålls en för mikroorganismerna ökad angreppsyta och därmed bättre möjligheter till nedbrytning. Då dessutom kompakteringen uteblir och täckskiktet är betydligt mindre än vid den enkla täcktippningen och dessa båda faktorer underlättar för syretillträde till soporna finns mycket större möjligheter för att få nedbrytning i aerob miljö, vilket också bör eftersträvas. Sålunda skall täckskiktet utgöras av poröst material. Även om detta underlättar för infiltration av nederbörd bör man för att säkerställa lämplig fukthalt begjuta tippområdet med återpumpat vatten. I övrigt sker deponeringen på samma sätt som för konventionell täcktipp. Genom denna effektivare behandlingsmetod erhålles på den mekaniska och biologiska påverkan en volymreduktion som jämfört med det enkla täcktippförfarandet ökar tippområdets livslängd 2 till 3 ggr [30].

En tipp med krossade sopor har dessutom en obetydlig metangasutveckling samt frånvaro av soptippsodör. Betingelserna för biologisk nedbrytning kan ytterligare förbättras genom inblandning av slam från kommunalt avloppsreningsverk och uppläggning i endast ett skikt, men då har vi kommit över på en behandling som i stort kan jämföras med den i en komposteringsanläggning.

8.4.7 Kontrollerad deponering av industriavfall

Täcktippsförfarandet är mycket ofta använt och lämpligt för sk ofarligt industriavfall. Det är härvid av vikt att förhindra vattencirkulation i tippens då annars vissa delar av avfallet kan lösa sig och lämna tippområdet. Detta uppnås genom tätning av undergrunden, tätt täckmaterial och att överytan lägges i lutning för att underlätta ytavrinning. Packning med kompaktorer är fördelaktigt då denna effektivt krossar och komprimerar det grova och ofta voluminösa industriavfallet.

Konsekvent genomförd täcktippning är tämligen omständlig och kostnaderna för täckjord, skötsel, vattenbehandling och ev homogenisering är så stora att avfallsdeponeringen tyvärr sällan genomförs på ett klanderfritt sätt.

8.5 Kompostering

8.5.1 Faktorer som påverkar processen

Kompostering kan definieras som en process, i vilken aeroba organismer nedbryter organiskt material till en relativt stabil humus under förbrukning av syre. Slutprodukter blir bl a kolsyra, vatten och oorganiska salter. En del av den frigjorda energin går åt till uppbyggnad av nya mikroorganismer, medan en del höjer temperaturen i kompostmaterialet. Under gynnsamma förhållanden kan temperaturer på 60-70°C erhållas under inledningsskedet. Detta är väsentligt för den avdödning av sjukdomsalstrande bakterier och maskägg som är det första hygieniska kravet på komposteringen. För att den biologiska nedbrytningen skall gå så snabbt som möjligt är vissa faktorer av betydelse såsom:

- 1) God tillgång på syre, vilket erhålles genom luftning.
- 2) Fuktighetshalten. En ökning av sopornas fuktighetshalt från den naturliga 20-30 % till ca 50 % har visat sig gynnsamt.
- 3) Förekomst av mineralämnen i avfallet. Sålunda är tillförsel av t ex fosfor lämpligt.
- 4) Förhållandet mellan kol och kväve (C:N). C:N-förhållandet varierar kraftigt med avfallets sammansättning och torde normalt ligga mellan 50:1 och 100:1. Det mest gynnsamma förhållandet lär vara mellan 15:1 och 35:1, varför en tillförsel av kväve eller kvävehaltig substans är en fördel [36].
- 5) Frånvaron av visst avfall, såsom kemiskt avfall, vilket förstör mikrobfloran.

Kompostering föregås i allmänhet av homogenisering. Detta medför nämligen en för mikroorganismerna ökad angreppsytta och därmed bättre möjligheter till nedbrytning. Härvid måste tas i beaktande att nedmalningen ger lägre ~~perositet~~ hos massan med minskad syretillförsel som följd. Homo-

geniseringen efterföljs i regel av skrotborttagning i magnetavskiljare. Beroende på den användning man syftar till för kompostmaterialet utsorteras ibland även glas, plast etc.

Fuktighetshalten i avfallet kan naturligtvis regleras genom vattentillförsel, men lämpligare är att detta sker genom s k samkompostering med avloppsslam och latrin. Avloppsslam har nämligen ett C:N-förhållande som är lägre än det gynnsamma och kan alltså kompensera den låga kvävehalten hos ordinärt hushållsavfall. Dessutom tillförs genom samkompostering fosfor, vilket är av betydelse för nedbrytningsförloppet. Hur stor mängd avloppsslam som kan tillsättas är beroende på den vattenhalt slammet håller. För att de slam- och avfallsmängder som kommer från samma antal personekvivalenter tillsammans skall ge en vattenhalt hos deponeringsmassan av ca 50-60 % måste slammet avvattnas till ca 20 % torrsubstanshalt. [34]

8.5.2 Sluten och öppen kompostering

Förfarandet vid kompostering av enbart avfall eller samkompostering kan uppdelas i två huvudtyper: öppen kompostering i strängar eller högar utomhus och sluten kompostering i reaktorer av olika slag. Vid den senare typen har man med tekniska hjälpmedel sökt förkorta komposteringsprocessen så mycket som möjligt genom att upprätthålla för mikroorganismerna gynnsamma förhållanden. I reaktorerna kan sålunda kontrollerad syretillförsel ske. Uppehållstiden för avfallet i dessa uppgår till endast några dygn. Efter behandlingen kan produkten under ett par månader genomgå efterkompostering i strängar eller högar utomhus eller alternativt direktanvändas.

I Sverige används emellertid endast öppen avfallskompostering och metoden kan fortfarande sägas befinna sig i experimentstadiet. Den i vårt land mest kända försöksverksamheten har pågått i Sellbergs Renhållnings AB:s regi vid Koviksanläggningen i Gustavsbergs kommun. Resultaten därifrån har redovisats i en rapport "Öppen avfallskompostering - försöksverksamhet på Kovikstippen 1970-1971". Uppläggningsen av det homogeniserade avfallet med eller utan inblandat slam bör ske i skikt om 1 à 2 m höjd och skall ske luckert, vilket är av stor betydelse för komposteringsförloppet.

Luftningen kan förbättras genom att i strängarna lägga in perforerade rör för luftinblåsning. En ytterligare möjlighet att förbättra syretillförseln är att med vissa intervall vända avfallsmassorna. Försöken vid Koviksanläggningen visar att komposteringens förlopp är relativt okänsligt för klimatiska variationer. Snö dämpar sålunda inte den biologiska nedbrytningen utan utgör snarare en positiv faktor genom jämn uppfuktning vid avsmältningen. Avrinningen av förorenat vatten från komposteringssträngar är liten, men detta bör ändå uppsamlas för rening eller återpumpning. Avfallsmassorna bör ligga 6-8 månader i strängar [25]. Metoden är således mycket utrymmeskrävande, vilket är dess stora nackdel. Hanteringen kompliceras även p g a att ytterligare en behandlingsanläggning måste finnas för det icke komposteringsbara materialet. Komposten kan användas antingen som jordförbättringsmedel eller som fyllnadsmaterial vid olika slag av byggnads- och anläggningsarbeten.

8, 6 Kontrollerad förbränning

Jfr. kapitel 7.2.5: Aspekter på förbränning av hushållsavfall.

Förbränning av avfall kan beskrivas som en omvandling och uppdelning av avfallet. Omvandlingen innebär en betydande volymreduktion, vilken uppgår till ca 90 % [38]. Uppdelningen innebär att av det inkommande materialet viktsmässigt 30-40 % [21] blir till slagg och aska och att den större delen härrörande från organiskt material och fuktighet avgår till atmosfären, huvudsakligen i form av koldioxid och vatten. Fig. 8:3 visar en grov jämförelse mellan storleksordningen av luftföroreningar från olika föroreningskällor såsom den redovisas i Statens Naturvårdsverks årsbok 1970.

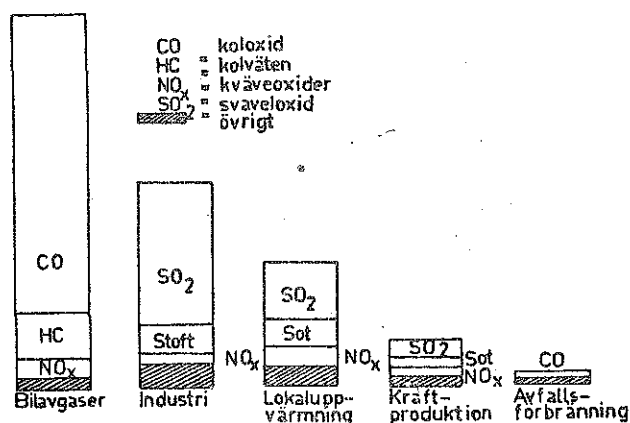


Fig. 8:3 Årligt utsläpp av luftföroreningar från olika föroreningskällor

Vid förbränningen bildas flygaska, som vid fullständig förbränning består av mineralämnena. Om ingen rening av rökgasen sker blir stoftmängden upp till 5 g per normal m^3 avfall. Sådana stoftmängder accepteras inte och rökgasen måste därför renas. [24]. Förbränningstemperaturen i ugnen bör ligga mellan 800°C och 1100°C för att förhindra lukt i rökgaserna.

8.7 Några behandlingsmetoder på utvecklingsstadiet

8.7.1 Pyrolys

Pyrolys, även benämnt förgasningsmetod och torrdestillation, innebär en nedbrytning av avfallet vid förhöjd temperatur, omkring 1000°C , utan eller med begränsat tillträde av syre. Denna avfallsbehandling kan delas upp i två steg, varvid det primära steget utgörs av själva pyrolysen. De komponenter som erhålls härvid är dels en gasblandning av huvudsakligen väte, metan, kolmonoxid, dels en tjärliknande produkt, vilken innehåller föreningar såsom ättiksyra, aceton och metanol samt slutligen nästan rent kol. Energibehovet vid pyrolys kan tillgodoses antingen genom förbränning av en del av produktgasen eller genom förbränning av den kolhaltiga återstoden. Det sekundära steget innebär att den vid pyrolysen erhållna gasen efter rening användes som råvara i ett flertal processer. Via ammoniak, metanol eller eten/acetylen kan ett stort antal värdefulla kemiska produkter syntetiseras.

Pyrolys är speciellt lämplig för avfall med hög halt plast, eftersom denna har ett högt värmevärde.

Totalkostnaden efter avdrag för intäkter av produkter blir för pyrolys av samma storleksordning eller två m lägre än vad som gäller för kontrollerad deponering, kompostering och förbränning. [31].

8.7.2 Tezuka-metoden

Metoden innebär helt enkelt att man med hjälp av enorma pressmaskiner pressar samman avfallet till kuber av varierande storlek, vars volymvikt ligger mellan 1,2 och 1,8. Avfallet behöver inte på något sätt sorteras,

utan allt slags avfall kan tas emot av pressarna. Kuberna kan användas för utfyllnad och för vissa slag av byggnadsarbeten [36].

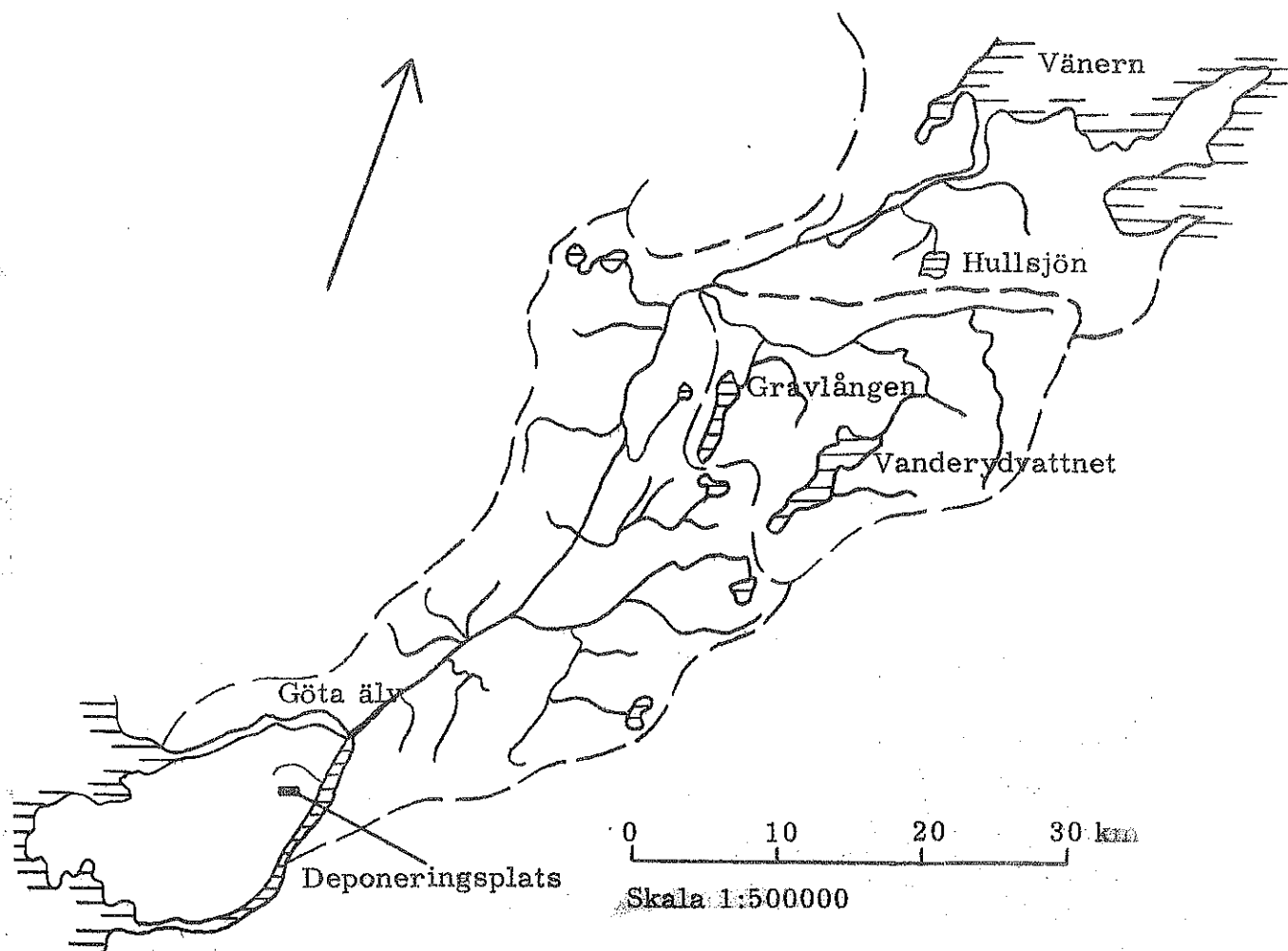
9. Deponeringsplats för aska, slagg och termiskt behandlat slam vid Tagene.

Utredningar och andra handlingar som ligger till grund för studiet av deponeringsplatsen:

1/GRAAB:Ansökan om tillstånd till uppläggningsplats av aska, slagg och slam vid Tagene, Göteborg 1973.

2/GRAAB:Regional uppläggningsplats-Tagene. Teknisk beskrivning 1973.

Göta älvs vattenområde.



9.1 Bakgrund

Sedan man våren 1972 tog förbränningsstationen i Sävenäs i drift, har aska och slagg transporterats till deponeringsplatsen vid Brudaremossen. Detta får anses vara en tillfällig lösning av kvittblivningen, eftersom det finns planer på att inom en snar framtid avveckla Brudaremossen. Vid årsskiftet 1971/72 tog man i bruk avloppsreningsverket vid Rya skog. Man har alltsedan dess haft problem med deponeringen av slammet härifrån.

Två stora utredningar, som behandlar avfalls- och avloppsvattenfrågor inom göteborgsregionen har utarbetats av arbetsgrupper utsedda av Stor-Göteborgs samarbetskommitté. Dessa är "Avfallsutredning 1965" och Stor-Göteborg, Avfallsutredning 1968". Man har penetrerat de olika frågorna ur såväl regional-, lokal- samt teknisk, -ekonomisk synvinkel. Efter remissbehandling i de berörda kommunerna beslöt man uppföra ovan nämnda anläggningar vid Sävenäs och Rya skog för behandling av avfall och avloppsvatten.

Göteborgsregionens Avfallsaktiebolag (GRAAB) svarar för förbränningsanläggningen vid Sävenäs i Göteborg, omlastningsstationer ute i regionen samt transport från dessa till Sävenäs.

Göteborgsregionens Ryaverksbolag AB (GRYAAB) svarar för avloppsreningsverket vid Rya skog i Göteborg samt lednings- och bergtunnelsystem.

1971 framlades ett komplement till de båda tidigare utredningarna. Komplementet behandlade omhändertagande av avloppsslam, aska och slagg, specialavfall, schaktmassor m.m.

I "Avfallsutredning 1965" har man övervägt ett antal deponeringsplatser såsom Brede och Låge mossar i Romelanda samt ~~Store och Ande mossar~~ i Nödinge.

I komplementet av år 1971 hade frågan blivit mera aktuell och där behandlades ett flertal alternativ såsom Tagene vid Hisings-Kärre i Göteborg, Torsviken vid Torslanda flygplats i Göteborg, Sörmossen i Nödinge, Madenområdet i Partille och Bredmossen i Romelanda.

I utredningen fastslog man att aska och slagg samt termiskt torkat slam i första hand skulle användas för iordningställande av sportfält vid Madenområdet i Partille om en deponeringsplats i Tagene i Göteborg inte tidsmässigt skulle gå att genomföra.

Den 21 mars 1972 överlämnade Stor-Göteborgs Samarbetskommitté utredningsmaterial omfattande utbyggnad av en deponeringsplats vid Tagene i Göteborg för aska och slagg samt termiskt avvattnat avloppsslam till kommunstyrelsen i Göteborg.

Vid ett sammanträde den 4 maj 1972 beslutade Göteborgs kommunfullmäktige - kommunfullmäktige protokoll § 21 - att godkänna angivet markområde i Tagene för deponering av aska, slagg och termiskt avvattnat avloppsslam. Man beslutade också att GRAAB skulle driva och ha ansvaret för skötseln av deponeringsplatsen.

I detta skede anlitate GRAAB VIAK, som tillsammans med GRAAB och berörda myndigheter skulle arbeta fram en "teknisk beskrivning" av den planerade uppläggningsplatsen.

Denna "tekniska beskrivning" var klar den 27/3 1973 och föreliggande uppsats är en sammanställning av denna mycket detaljrika utredning. Där vi så ansett befogat har vi kommit med egna funderingar och synpunkter.

9.2 Allmänna förutsättningar

Topografiskt är området mycket lämpat för utfyllnad. Den västra delen utgörs av en dalgång i nord-sydlig sträckning och den östra delen av en bergtäkt. På längre sikt är det angeläget att preparera såret efter bergtäkten ur miljösynpunkt, lämpligen med aska, slagg och termiskt avvattat slam.

Inom den västra delen av föreslaget område förekommer fem mindre tippar. Avfallet i dessa är till största delen schaktmassor och byggnadsavfall. Med hänsyn till dessa tippars dåliga skötsel skulle stora delar av området i alla fall bli av mindre intresse för annan verksamhet.

I de norra delarna är GRYAAB:s provisoriska slamlaguner belägna (bil. 9.3). Ur marksynpunkt är det västra området mycket lämpligt för uppläggning av sådant material.

Dalgången består till största delen av lera med en mäktighet upp till 10 à 15 m i de centrala delarna. I och med detta är marken tät, vilket underlättar omhändertagandet av yt- och lakvatten. Under dalgången sträcker sig en spillvattentunnel (bil. 9.4) till vilken yt- och lakvatten från uppläggningsområdet skall avledas via utjämningsbassänger.

Den östra delen av uppläggningsområdet består av ett bergparti. I anslutning till detta är en krossanläggning uppförd. Bergmaterialet har beräknats vara brytvårt för krossning till olika stenfraktioner under ytterligare tio år. Därefter skall kratern fyllas igen och aska, slagg och termiskt avvattnat slam har då bedömts bli ett alternativ till andra fyllnadsmassor.

Den första etappen skall omfatta utfyllnad av dalgången.

9.3 Nuvarande förhållanden

9.3.1 Avfallshantering

Vid den regionala förbränningsanläggningen vid Sävenäs i Göteborg omhändertas hushållsavfall liksom ordinärt industriavfall. För närvarande har man tre ugnar. En fjärde ugn är planerad och då skall kapaciteten vara 350.000-400.000 ton/år.

Mätt i ton utgör aska och slagg ca 30 % av tillförd avfallsmängd. Denna aska och slagg deponeras för tillfället på Brudaremossen i avvaktan på bättre uppläggningsplats.

9.3.2 Avloppsvattenbehandling

Det regionala reningsverket vid Rya Skog skall utbyggas i etapper. För närvarande är reningsverket utbyggt enligt aktiv-slamm-metoden för biologisk rening.

Den nuvarande behandlingen av slammet omfattar kalkdosering, förtjockning, dosering av polyelektrolyter samt centrifugering. En anläggning för

termisk behandling är planerad vara i drift vid årsskiftet 1973/74.

I dag upplägges slammet från Ryaverket i slamlaguner i de nordvästra delarna av området i Tagene (bil. 9.3).

Denna deponering skall omfatta maximalt 50.000 m³ fram till årsskiftet 1973-/74 och är ett dispensärende (dnr 3034-83-72-1480) från GRYAAB hos Statens Naturvårdsverk.

9.4 Prognostiserade mängder

9.4.1 Aska och slagg från förbränningsanläggningen

De undersökningar, som VLA:s geotekniska laboratorium har gjort på slagg och aska har givit vid handen att vattenhalten är ca 20 %, vilket är lägre än tidigare antagna värden. Volymvikten har bestämts till ungefär 1,5 ton/m³. Med korrigering för de lägre vattenhalterna och högre volymvikterna på aska och slagg vid Sävenäsanläggningen blir tidigare gjorda prognosvärden följande:

År	ton/år (vattenhalt 20%)	m ³ /år (volymvikt 1,5 t/m ³)
1970	70.000	45.000
1980	105.000	70.000
1990	135.000	90.000
2000	175.000	115.000

9.5 Termiskt behandlat avloppsslam

Vid termisk torkning kan vattnet reduceras i varierande grad. Normalt kan det torkade slammet erhålla en torrsustanshalt (TS-halt) av 70-90 %.

Enligt prognos i tidigare nämnt komplement till utredningarna av år 1965 och 1968 erhålls följande mängder slam vid en TS-halt på 70 %.

Tabellerna visar förväntade slammängder vid biologisk rening alternativt biologisk-kemisk rening.

År	Biologisk rening ton/år	Biologisk kemisk rening ton/år
1975	22.000	45.000
1980	25.000	50.000
1990	30.000	65.000
2000	35.000	75.000

VIAK bedömer att torkat slam vid normal fuktighet har en volymvikt på $0,8 \text{ t/m}^3$. GRYAAB anger att TS-halten kan variera mellan 70 % och 90 % beroende på val av avvattningsanläggning. De prov som VIAK undersökte uppvisade TS-halter på ca 90 %. Detta var dock från en pilotanläggning, men kan fullskaleanläggningen uppvisa lika höga TS-halter skulle de tidigare 70 %-värdena reduceras till följande 90 %-värden:

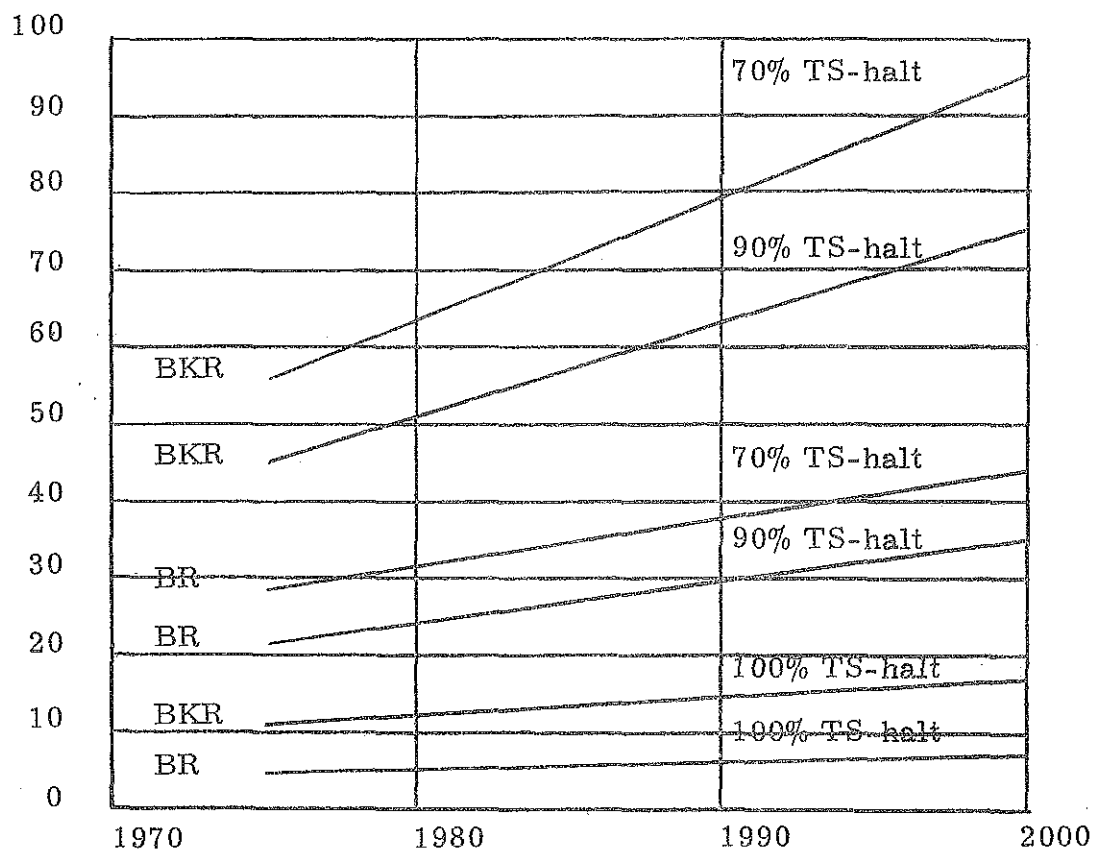
År	Biologisk rening ton/år	Biologisk kemisk rening ton/år
1975	17.000	35.000
1980	20.000	40.000
1990	24.000	50.000
2000	28.000	60.000

Enligt uppgift från GRYAAB erhålles vid förbränning en restmängd, aska, som uppgår till ungefär 30 % av ursprunglig ingående halt torrsustans. Detta kommer att resultera i följande restmängder:

År	Biologisk rening ton/år	Biologisk kemisk rening ton/år
1975	4.500	10.000
1980	5.500	11.500
1990	6.000	14.000
2000	7.500	16.000

Om för omräkning från ton till m^3 användes de vid prov på laboratorium erhållna volymvikterna $0,8 \text{ t/m}^3$ och $1,0 \text{ t/m}^3$ erhålles följande prognos för torkat respektive bränt slam.

1000-tal $\text{m}^3/\text{år}$



BKR = Biologisk-kemisk rening

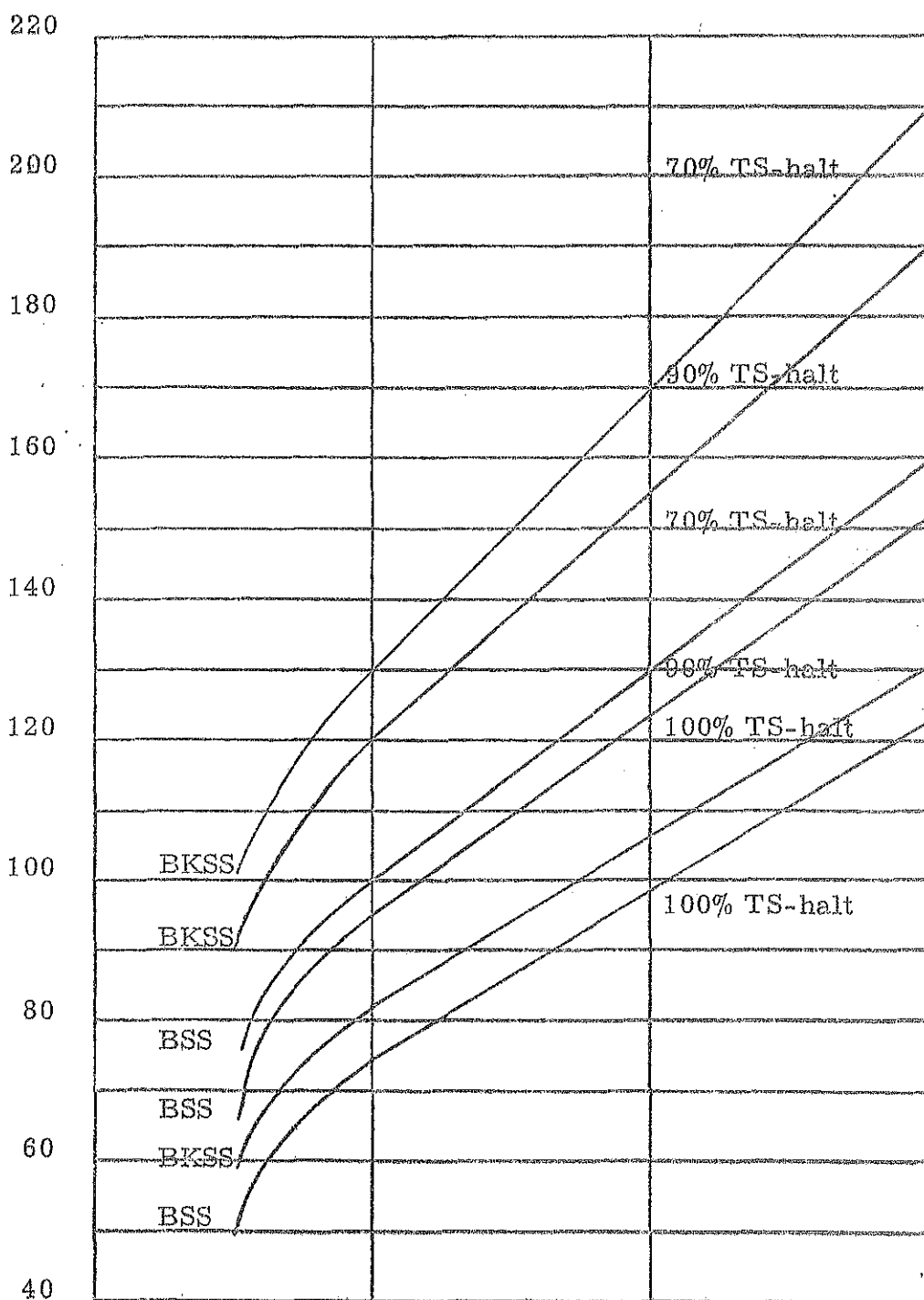
BR = Biologisk rening

Fig. 9.1

Total mängd aska, slagg och termiskt behandlat slam

En sammanställning av mängderna aska och slagg från förbränningsanläggningen och termiskt behandlat slam från Rya-verket, som prognostiserats ovan ger följande totala mängder uttryckt i $\text{m}^3/\text{år}$ som skall uppläggas vid Tagene:

100-tal $\text{m}^3/\text{år}$



BSS = Biologiskt slam+slag

BKSS = Biologiskt-kemiskt slam+slag

Angivna TS-halter avser slammet. Slaggens TS-halt är 80%.

Fig 9.2

9.6 Materialegenskaper

9.6.1 Slagg

Slaggen består till ca 40 % av material ≥ 150 mm mest järnskrot såsom plåtburkar, järnbitar osv. Av resten är ca 30 % mellan 20-150 mm och övrigt ca 30 % ≤ 20 mm. Slaggen visade sig ha en vattenhalt på 20 %, varvid slaggen var vattenmättad. För framtiden antages på uppläggningsplatsen en volymvikt av $1,5 \text{ ton/m}^3$ och en rasvinkel på 35° , vilket motsvarar dessa storheters ogynnsammaste värden med utgångspunkt från materialets fuktighetshalt.

9.6.2 Urlakning ur slagg

För att studera risken för urlakning har vissa laboratorieundersökningar utförts. Man har använt vatten med pH på 5-6 för att bäst likna urlakningen vid vanlig nederbörd. Mängden av de olika urlakade tungmetallerna efter ca 120 tim anges nedan.

Kadmium	Cd	g/t	TS	0,01
Kvicksilver	Hg	"	"	0,005
Koppar	Cu	"	"	2,0
Zink	Zn	"	"	0,6
Bly	Pb	"	"	0,1

Vid Lövsta förbränningsanläggning har Stockholms Gatukontor studerat mängden lösliga beståndsdelar i slagg och aska. I en utredning från den 6.10.1969 anges att man under 64 dygn försökte lösa så mycket aska och slagg som möjligt. Totalt erhöll man 2,6 kg lösta beståndsdelar per ton material. 96 % av de lösliga beståndsdelarna bestod av sulfater, klorider och bikarbonater av kalcium, natrium, magnesium och aluminium. Giftiga tungmetaller utgjorde en mycket liten andel.

9.6.3 Slam

De former av slam som undersökts av VIAK:s geotekniska laboratorium är:

1. Torkat löst material
2. Torkat briketterat material
3. Aska (bränt material)

Varje form har olika utseende, volymvikt samt svällningsegenskaper. Detta är i och för sig intressant ur stabilitetssynpunkt vid själva uppläggningsmen viktigare är dock frågan om urlakade tungmetallmängder.

Slammet visade sig ha liknande sammansättning som slam från andra reningsanläggningar. En analys beträffande mängden tungmetaller gav följande resultat: [41]

		Torkat slam	Torkat briket- terat slam	Förbränt slam
Kadmium	Cd g/t TS	8,6	8,5	3,5
Kvicksilver	Hg "	1,6	1,5	0,06
Koppar	Cu "	0,4	0,4	0,8
Zink	Zn "	9,2	8,2	3,5
Bly	Pb "	0,2	0,3	0,2

9.7 Urlakning av slam

På slamproverna gjordes urlakningsförsök på samma sätt som för slaggen. Efter 120 timmars urlakning erhöles följande tungmetallmängder.

Kadmium	Cd g/t TS	0,006	0,005	0,01
Kvicksilver	Hg "	0,002	0,002	-
Koppar	Cu "	0,46	0,55	0,20
Zink	Zn "	2,3	8,0	0,30
Bly	Pb "	0,14	0,22	0,025

9.8 Föroreningsrisker på grund av urlakning

9.8.1 Slagg

De värden som enligt ovan erhöles efter 120 tim var i stort de samma som erhöles efter 24 tim, vilket visar att urlakningen ej ökar med tiden. För övrigt var de urlakade mängderna små.

Nu erhållna resultat är i överensstämmelse med tidigare rön, vilka visat att lösligheten av de oxider som bildas vid förbränning vid hög temperatur och överskott på syre är ringa. Det gäller särskilt föreningar av tungmetaller.

9.8.2 Slam

De mycket små kvantiteter tungmetaller som tillföres och med ovan sagda torde detta problem vara helt bemästrat i och med att marken där uppläggningen skall ske utgörs av lera. På detta sätt erhålls en ansamling av svår-lösliga oxider i lerskiktet. Kontinuerlig provtagning bör tas på omhändertaget yt- och lakvatten samt i marken intill uppläggningsplatsen för att spåra eventuella läckage. Likaså måste prover tagas på både slammet och slaggen, speciellt viktigt är detta när det gäller slammet, ty undersökningar visar att tungmetallhalten varierar mycket mellan olika reningsverk. Troligtvis är detta beroende på den variation i industriavloppsvatten, som reningsanläggningen får mottaga.

9.9 Aktuellt deponeringsområde

9.9.1 Läge, planförhållanden osv (bil. 9.1, 2)

Deponeringsplatsen är belägen vid Tagene i Hisings-Kärre inom Göteborgs kommun. Området ligger ca 10 km norr om Göteborg. Avståndet till Sävsnäs och Rya skog är ca 8 km respektive 10 km. 1971 framlades ett generalplaneförslag över aktuellt område. Uppläggningsområdet är i denna plan omgivet av trafikleder. Planen är inte fastställd men inom tippområdet gäller den i princip.

Mellan upplägningsplatsen och Göta älv finns en fastställd stadsplan för ett industriområde. I söder gränsar området till en planerad kyrkogård, Fridhem. Väster om den planerade upplägningsplatsen anger generalplanen "verksamhetsområde", dvs ej bostadsbebyggelse. En mindre villabebyggelse, Bönered, ligger ca 500 m åt NV. 600 m norr om området uppför man ett bostadsområde, Klareberg.

Den dispositionsplan över uppläggningsplanen som Stadsbyggnadskontoret upprättat har godkänts av Byggnadsnämnden.

Vad beträffar de fornminnen, som finns inom området, har kontakt tagits med riksantikvarieämbetet.

9.9.2 Utbyggnadsindelning (bil. 9.2)

Det aktuella området kan delas upp i två delområden. Det västra utgörs av en dalgång och begränsas i väster, norr och öster av väl markerade bergsträckningar. Mot söder är inramningen mindre markant. Ett antal bergklackar utgör den delvisa begränsningen, för övrigt sluttar terrängen mot Göta älvdalen.

Det östra delområdet består av berg, där det nu pågår och ca 10 år framåt planeras pågåstenkrossning. När denna verksamhet upphör har man för avsikt att fylla kratern. Det västra området räcker betydligt längre än ca 10 år, vilket medfört att man gjort den tekniska beskrivningen noggrannare här.

9.9.3 Markägarförhållanden

Göteborgs kommun äger en mindre del av det aktuella upplägningsområdet. De kontakter som kommunen haft med markägarna ger anledning att tro att ingen frivillig överenskommelse kan väntas inom överskådlig tid. På grund av detta har expropriationsansökan avseende etapp 1 insänts till Kgl. Maj:t.

9.10 Etapp 1

9.10.1 Topografi

Det föreslagna området utgörs av en dalgång med nord-sydlig utsträckning. Dalgången är belägen strax väster om och ca 35 m över Göta älvdalen. De omgivande bergpartierna ligger ca 20 m högre än dalbotten dvs ca 55 m över älvdalen.

9.10.2 Jordlagerföljd (bil. 9.3)

Dalgångens geologiska uppbyggnad domineras av finsediment, mjäla och lera, som uppfyller de centrala delarna.

Det översta skiktet utgörs av en torrskorpelera med en mäktighet av 2-4 m. Inom mindre delar av området förekommer tunna törvavlagringar ovanpå finsedimenten. Under torrskorpeleran utbreder sig en halvfast lera med en mäktighet på 10-15 m. Därunder ett lager på 2-5 m av mo och mjäla.

Finsedimenten överlagrar ett tunt skikt av friktionsmaterial. I höjd med tippområde II (bil 9.3) övertväras dalgången av en randbildning, som här utgörs av friktionsmaterial (bil 9.14). Täcksiktet utgörs av lera med en mäktighet på ca 2 m. Mäktigheten på randbildningen uppgår till ca 15 m.

Mellan berg- och sedimentområdena går det undre av friktionsmaterialet i dagen. Detta material består av en genom svallningsprocesser helt eller delvis omlagrad morän (fig. 9.3).

Äldre svallningsprocesser har givit som resultat att tunna lager av friktionsmaterial inlagrats i finsedimenten.

9.10.3 Berggrunden (bil. 9.4)

Berggrunden inom området utgörs till största delen av en röd, medelkornig alkalin gnejs. I vissa avsnitt har bergarten ett grovkornigt, massformigt utseende. Gnejsen uppvisar grusvittring på ett flertal ställen. I de södra delarna består berggrunden till stor del av amfibolit. I anslutning till amfiboliten förekommer en grå, medelkornig gnejs.

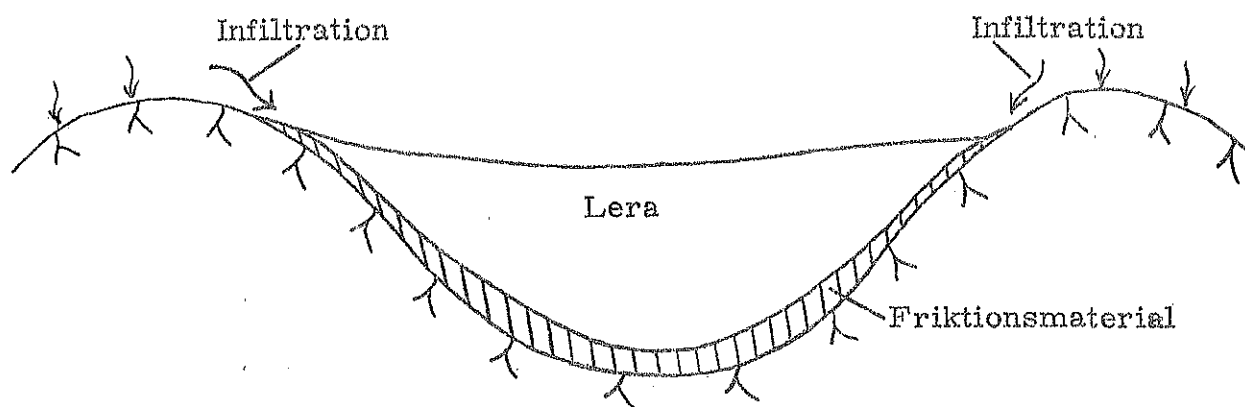


Fig. 9.3

Förskifningsplanen, vilka är svagt utbildade, visar i allmänhet medelbrant, västlig stupning.

Berggrunden inom området är rik på sprickor och sprickzoner. Detta medför också att den på flera ställen är kraftigt vattenförande.

Den alkalina gnejs-granitiska berggrunden uppvisar ofta detta fenomen, vilket blir ännu mer markant genom närheten till grönstensmassivet i söder.

9.10.4 Avrinningsområden (bil 9.5)

Området, som omfattar etapp 1, berörs av två avrinningsområden, vilka delas av en vattendelare tvärs över dalgången omedelbart söder om tunnelförgreningen.

Mot sydost sker avrinningen i ett väl förgrenat bäcksystem ned till norra Tagenedammen. Bäckerna från denna damm ansluter till en bäck från södra Tagenedammen och avrinningen sker ned till Göta älv. Vid passage genom området har bäckarna eroderat sig ner genom sedimenten till berg.

Det norra området avvattnas av två bäckar mot väster. Dessa bäckar utgör för tillfället de avskärande diken för den tillfälliga deponeringen av avloppsslam. Den norra bäcken rinner över en bergtröskel och ansluter så småningom till Böneredsbäcken.

Den södra av dessa två bäckar dämms i bäckravinen och vattnet härifrån pumpas till slamlagunerna för vidare borttransport till spillvattentunneln.

9.11 Grundvattenförhållanden i jorden (bil. 9.5, 14)

De hittills knapphändiga grundvattenobservationerna antyder att det finns två grundvattenmagasin i dalgången. Grundvattendelare och dräneringsvägar torde i stort överensstämja med vad som sagts beträffande ytvattenavrinningen. Dock bör observeras att den spillvattentunnel som sträcker sig längs dalgången dränerar grundvattnet och har därmed förändrat den naturliga dräneringsriktningen.

De inre delarna av dalgången utgörs av täta leror. Detta medför att nybildning av grundvatten i dalgångens undre friktionslager sker genom infiltration i randzonerna, (fig. 9.3), där friktionsmaterialet går i dagen. En mindre del kommer troligen via berggrundens spricksystem.

Med nuvarande grundvattenmätningar och tidigare erfarenheter som bakgrund torde grundvattnet i friktionsmaterialet före tunnelbygget ha stått under övertryck.

Detta verifieras fortfarande gälla av nu utförda mätningar, särskilt i de södra delarna då artesiska förhållanden fortfarande gäller trots tunnelns tillkomst vilken medfört en viss sänkning av trycknivåerna.

De variationer i grundvattenstånd som uppmätts tyder på dålig genomsläpplighet i friktionsmaterialet som antagligen utgörs av morän.

Vid mätningar av grundvattenytan södertunnelförgreningen erhöll man olika nivåer i jorden respektive berget (se bilaga 9.14, kap 9.12 samt borrhålens placering enligt bil 9.5). Man vet dock att tunnelns tillkomst påverkat trycknivåerna, vilka alltså i vissa fall avsänkts ner till friktionslagret (GW2 och GW4). Mätningarna tyder på att det hydrauliska sambandet mellan jord- och berggrundvatten i dessa delar är så utbildat att uttömningen (magasinstömningen) av jordlagren sker med en viss fördröjning.

I de norra delarna visar observationer i mars 1973 att grundvattenytan sänkts till en nivå som visar bättre samband mellan jord och berg. (Se GW4 i sektion A-A, bil 9.14 och GW4 bil 9.5).

De vattenmängder som infiltrerar ner till moränskiktet kommer troligen att medföra liten spridning, eftersom spillvattentunneln utgör en dränering för dalgångens grundvatten.

9.12 Grundvattenförhållanden i berg (bil 9.4, 5)

Berggrunden är som tidigare nämnts rik på sprickor och sprickzoner. Detta resulterar i kraftiga vattenflöden i berggrunden.

För att mäta trycknivån har man borrarat 6 st bergborrhål. Följande observationer har erhållits:

	Februari- medelvärden	8/3	15/3
B1	26,5	23,3	22,4
B2	26,9	23,4	22,2
B3	25,5	22,6	-
B4	51,2	50,8	-
B5	68,5	55,7	-
B6	80,0	75,4	71,6

Dessa enstaka mätvärden kan vara influerade av årsvisa variationer i nederbörd, avdunstning osv, vilket medför att inga definitiva slutsatser kan dras.

Inom området för B1, B2 och B3 har en trycksänkning skett. Trycknivån motsvarar en fri grundvattenyta som ligger ungefär 10 m över tunnelnivån (+8 m). Trots att tätning har utförts av tunneln har den ett kvarstående grundvattenläckage. Man har alltså en grundvattenström från områdets östra del mot den nord-syd-gående tunneln.

Ett liknande grundvattenflöde förekommer troligen även från väster in mot tunneln.

Borrhålen B5 och B6 visar båda relativt höga grundvattennivåer, trots att de ligger nära den östliga tunneldelen.

Grundvattnet har ett utflöde i Tagene stenbrott. Betydande utflöde kan eventuellt tänkas ske österut mot Göta älvs dalgång.

För att man på ett exakt sätt skall kunna avgöra grundvattenströmmarna erfordras betydligt längre mätserier liksom betydligt fler bergborrhål.

9.13 Bergtunnlar (bil. 9.4)

Den i nord-sydlig riktning gående tunneln i dalgångens centrala del förgrenar sig i de norra delarna i en västlig och en östlig tunnel, mot Kungälv respektive Göta älv. Den västliga tunneln har endast byggts ut ca 100 m.

9.13.1 Nord-sydlig tunneldel

Berggrunden utgörs av röd alkalin gnejs med inlagringar och gångar av ~~amfibolit~~ samt gångar av pegmatit. Uppkrossningen är kraftig och sprickorna rikliga. Ett grundvattenläckage förekom under Tagenedammarna samt ett kraftigare under depressionen norr dammarna. Från tunnelförgreningen och ca 150 m åt söder förekommer kraftigt uppsprucket berg med stor grundvattenföring i öppna sprickor.

9.13.2 Östlig tunneldel

Berggrunden är samma som ovan. Gnejsen är på vissa platser grusvitt-rad och mylonotiserad. Berggrunden är genomgående sönderkrossad och röd till färgen i de östra delarna. Kraftigt grundvattenläckage.

9.13.3 Västlig tunneldel

Berggrunden samma som ovan och grundvattenläckage förekom längs hela tunneln.

9.14 Befintliga tippar (bil 9.3)

Det idag föreslagna tippområdet, etapp 1, omfattar fem tippar. Avfallet på dessa tippar består till största delen av schaktmassor och byggnadsavfall, fransett på tipp nr 4, där det tippas slam från Rya skog.

9.15 Etapp 2

Etapp 1 beräknas vara slutförd efter ca 20 år. Den undersökning, som nu gjorts vad beträffar berggrunden, måste kompletteras vid den tidpunkten. Detta föranleder oss att ej ge några synpunkter på detta område förrän vissa erfarenheter från etapp 1 föreligger.

9.16 Vattentäkter

Samtliga privata brunnar inom avrinningsområdet har inventerats. Vatt-net har analyserats både vad avser fysikaliska, kemiska och bakteriologiska egenskaper. 18 brunnar har undersökts. Av dessa var 4 bergborrade.

Analysresultatet framgår av bil 9.13, 14. Höga halter av järn och mangan, vilket kan resultera i skador på tvättgods. För övrigt har ett flertal av de undersökta vattnen ledningsangripande egenskaper.

9.17 Deponering (bil 9.9)

Den täta marken inom etapp 1:s område är gynnsam vad beträffar upplägg-ning av aska, slagg och termiskt avvattnat slam.

I områdets västra och södra delar kommer dock massorna att stödjas mot berget.

Den smala randzonen mellan berg och finsediment, vilken består av friktionsmaterial måste här för tätas. Lera här till kan tagas från områdets centrala delar.

9.18 Stabilitetsproblem

Med hänsyn till kravet på stabilitet måste man anlägga mycket flacka släntlutningar mot väster och söder om inte massorna tillåts stödja mot bergytan. Detta skulle resultera i en betydande reduktion av tillgänglig volym. Med den enligt ovan angivna tätningen kan massorna utan olägenhet läggas fram mot berget.

De undersökningar som gjorts vad beträffar pallhöjden har resulterat i en högsta höjd på ca 7 m.

Denna höjd torde vara teoretisk, ty med hänsyn till vägar, avskärande diken och maskinpark får man anse att 3 m är mera realistiskt.

Slänterna skall till största delen byggas upp med slagg från förbränningsanläggningen för avfall, ty dessa massor har goda byggnadstekniska egenskaper. Som täckmaterial används lera och matjord, som efter hand besås med gräs.

9.19 Skedesindelningen (bil 9.6, 7, 8)

Av figurerna framgår de olika skedena.

9.20 Omhändertagande och avledning av yt- och lakvatten (bil 9.10)

9.20.1 Ytvatten från upplägningsplatsen

Den totala ytan varifrån ytvatten måste omhändertagas är ca 40 ha, varav 28 ha avvattnas åt sydost och 12 ha åt nordväst. Med en antagen medelnederbörd på 700 mm/år och en avdunstning på 350 mm/år erhålls årsmedelavrinningen för det norra och södra området till 3,1 l/s respektive 1,4 l/s.

9.20.2 Dränerings- och ytvattensystem (bil. 9.10, 11)

Avskärande diken skall anläggas runt hela upplägningsplatsen. Dessa skall, om de inte grävs i lera, tätas med ett lerlager. Avsikten med dessa diken är, att de skall samla upp och avleda ytvatten från upplägningsområdet samt från massorna utträngande lakvatten. Dikena skall utföras etappvis efterhand som upplägningsområdet breder ut sig.

För det södra området gäller att dikena här skall mynna i norra Tagenedammen. Denna damm skall vara utjämningsmagasin för de kortvariga regn som är dimensionerande för de avskärande dikena. Dammvolymen är ca 1500 m^3 varav 1000 m^3 utnyttjas som reglerbar volym.

I de norra delarna skall på liknande sätt avskärande diken grävas. Dessa skall mynna i ett utjämningsmagasin i områdets nordvästra del med en volym på ca 500 m^3 .

I tippen skall utläggas strängar av makadam, sprängsten eller annat lämpligt material för att man skall kunna dränera bort infiltrerat ytvatten.

Inom vissa delar där fyllnadshöjderna så medger kan djupdränering med betong- eller plaströr göras.

Ytvattnet på de delar av avrinningsområdet som ligger utanför upplägningsområdet skall samlas upp och avledas i ytterligare ett dike, placerat utanför tidigare dike. Dessa diken skall ansluta till befintliga bäckar. Detta medför att man inom stora delar får ett dubblerat system, ett för förorenat yt- och lakvatten och ett för rent ytvatten.

9.20.3 Bortledning av yt- och lakvatten (bil 9.11)

Från tidigare nämnda utjämningsmagasin skall det förorenade vattnet avledas till den spillvattentunnel som finns i dalgången. I den södra delen ligger tunneln under den damm som utgör utjämningsmagasin. Från detta magasin skall vattnet pumpas till ett borrhål som står i förbindelse med tunneln.

I det norra området skall vattnet pumpas från utjämningsmagasinet till en lämplig anslutning till tunneln.

Genom att upplägningsområdet är tätt och man samlar upp yt- och lakvatten och avleder det via spillvattentunneln till reningsverket i Rya Skog samt genom att det förorenade grundvattnet synes dräneras av tunneln erhålls en fullständig kontroll över avrinningen.

9.2.1 Beräknade volymer

De olika skedena kommer att omfatta följande volymer:

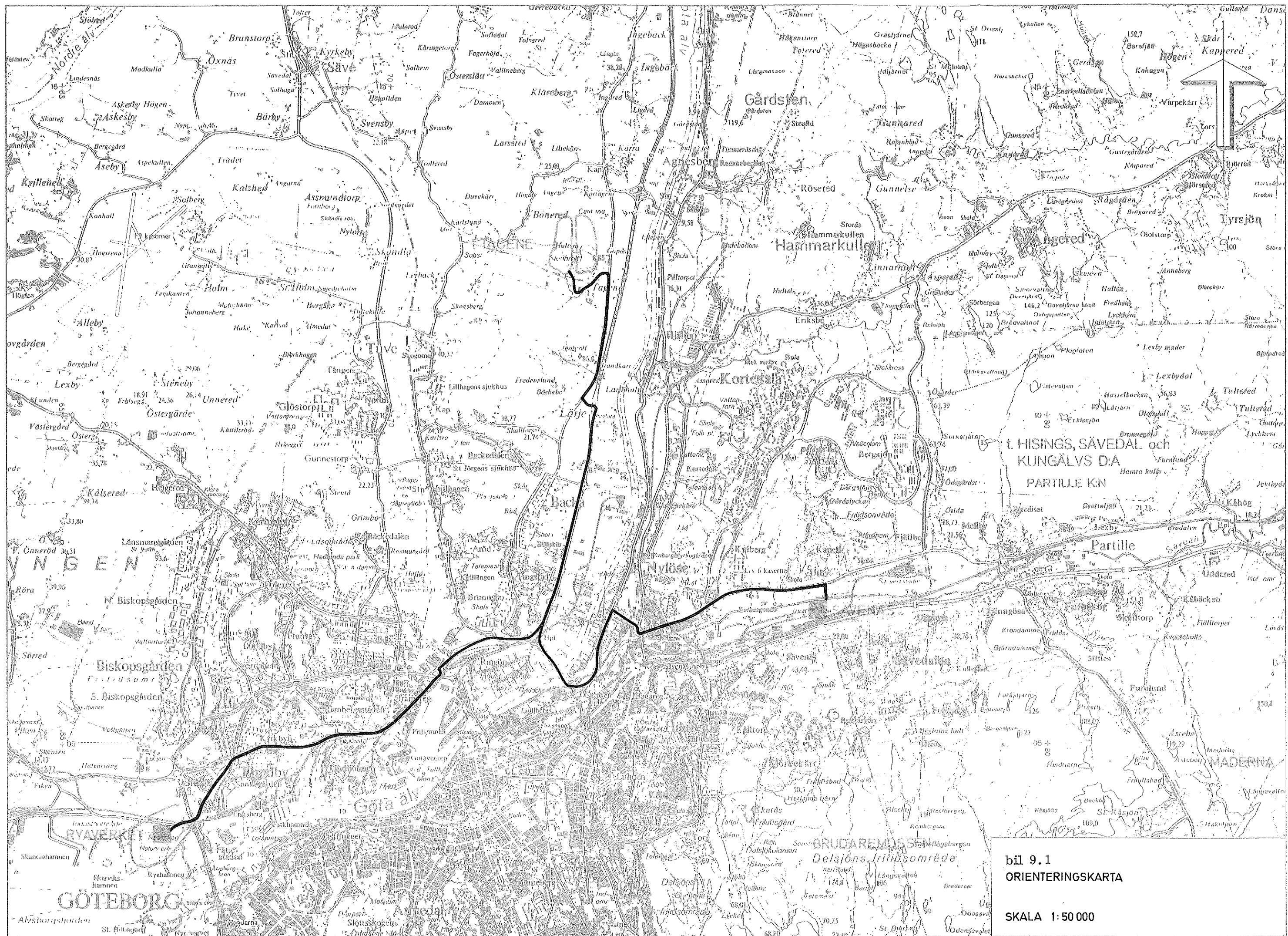
Skede 1	2,1 milj. m ³
Skede 2	0,6 "
Skede 3	0,4 "
	<u>3,1 "</u>

Med den prognos, som tidigare behandlats, kommer etapp 1 att vara tillgänglig för tippning i ca 20 år.

Man har för avsikt att taga tippen i bruk vid årsskiftet 1973/74. För att detta skall vara möjligt krävs att området är tillgängligt den 1.9.1973 (Expropriation). Detta med tanke på de förberedelser som krävs för att tippningen skall kunna drivas på ett korrekt sätt.

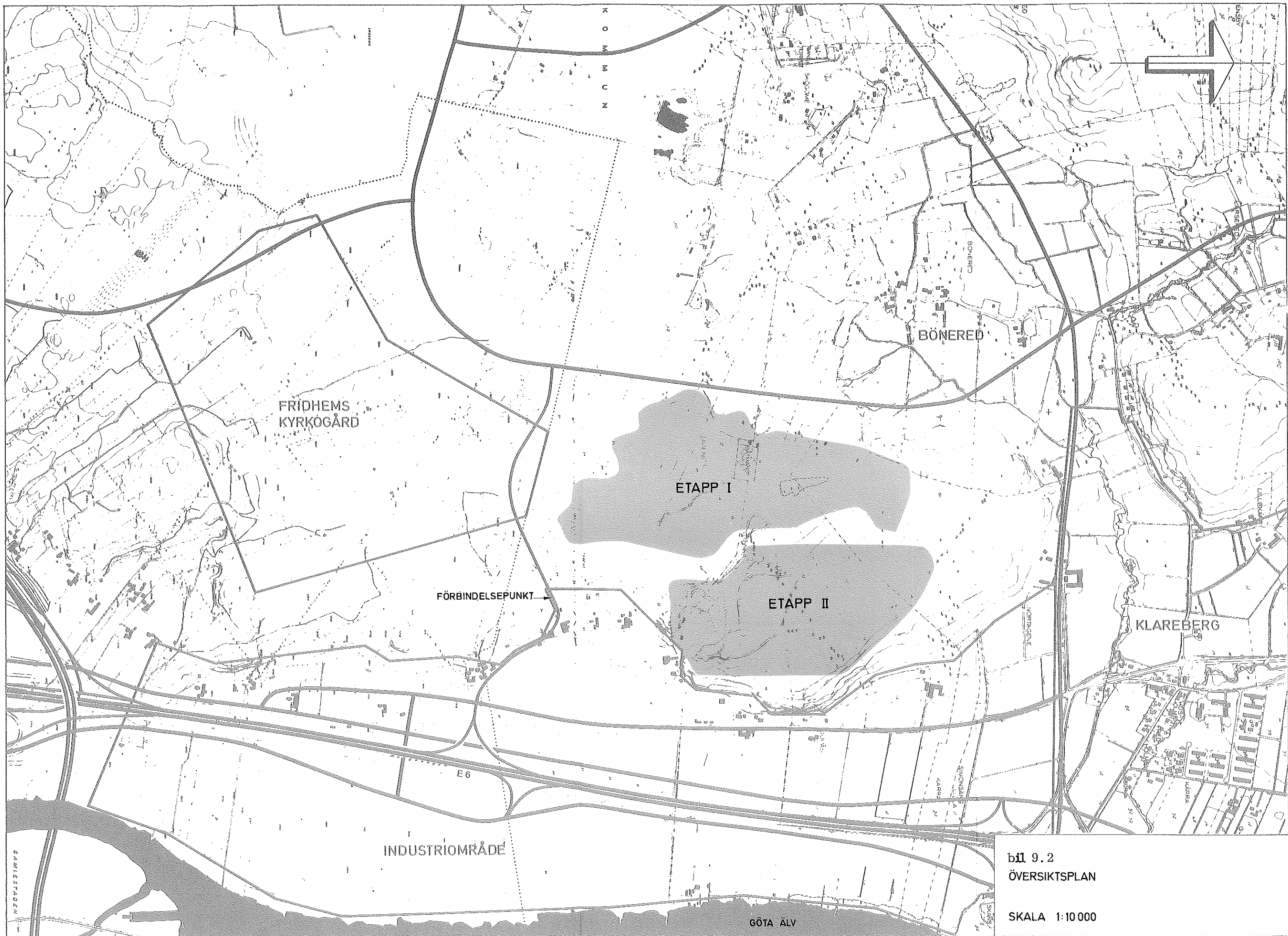
9.2 Slutord

Med hänsyn till de stora mängder aska, slagg och termiskt avvattnat slam som man har för avsikt att deponera på ett ställe är valet av upplägningsplats särskilt viktigt. Den utredning [41], som VIAK har utfört och vilket ovanstående är ett sammandrag av har utförligt behandlat olika aktuella problemställningar. Anledningen till att VIAK kunnat presentera en så omfattande utredning (dock korta mätserier vad beträffar grundvattennivåerna) är naturligtvis den satsning kommunen gjort i medvetande om de risker anläggandet av tippar med bristfälliga förundersökningar utgör.

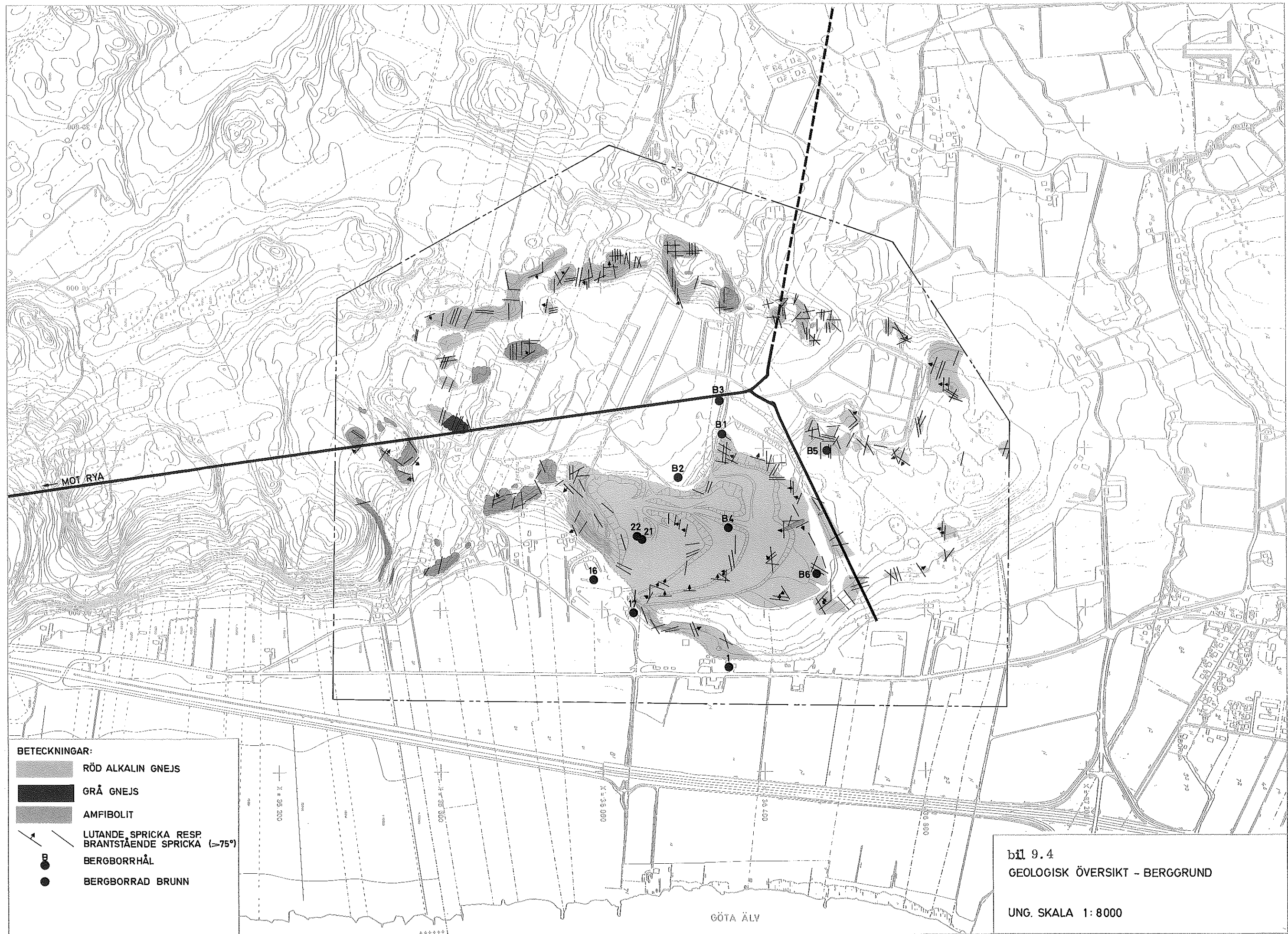


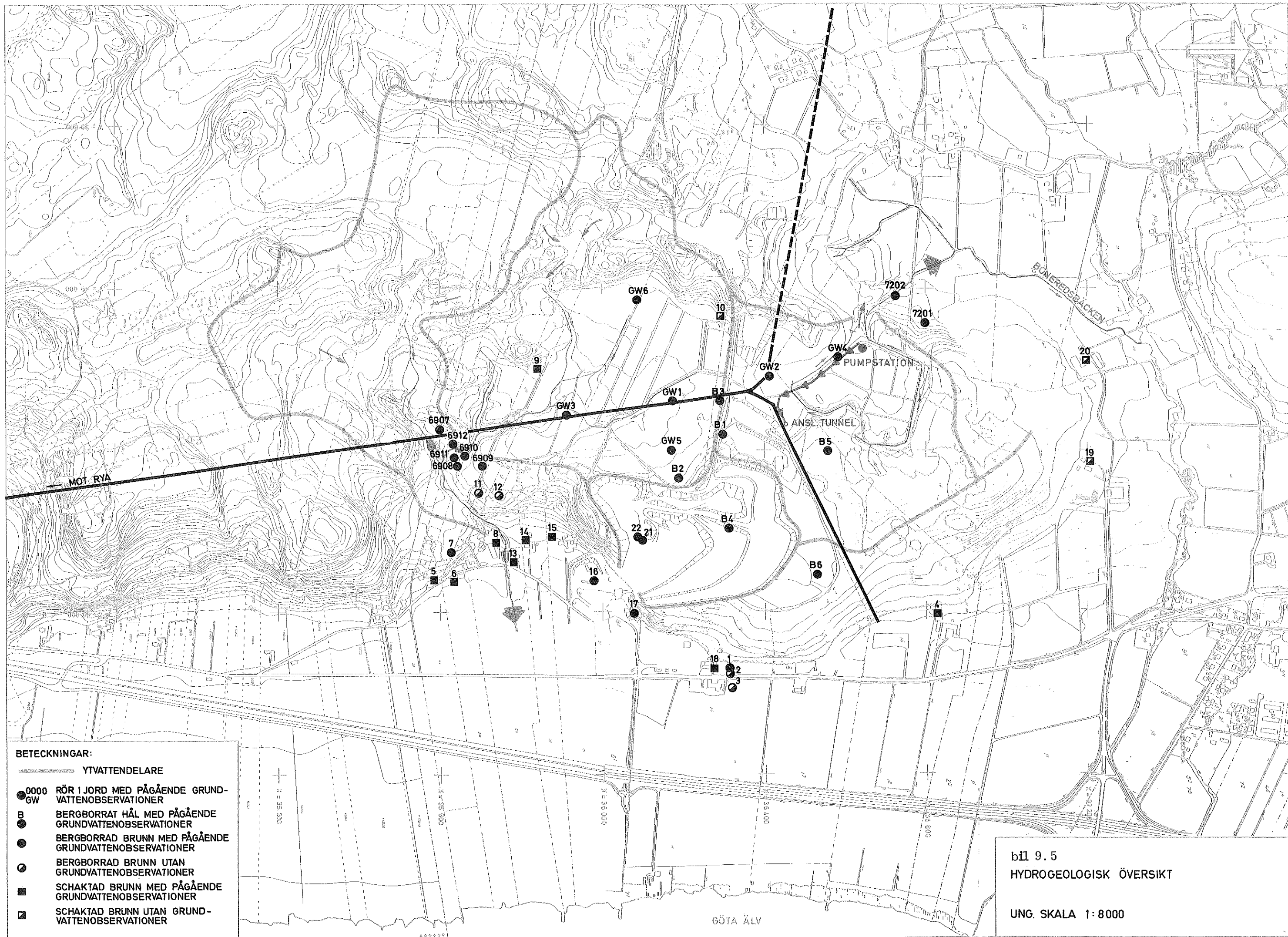
bıl 9.1
ORIENTERINGSKARTA

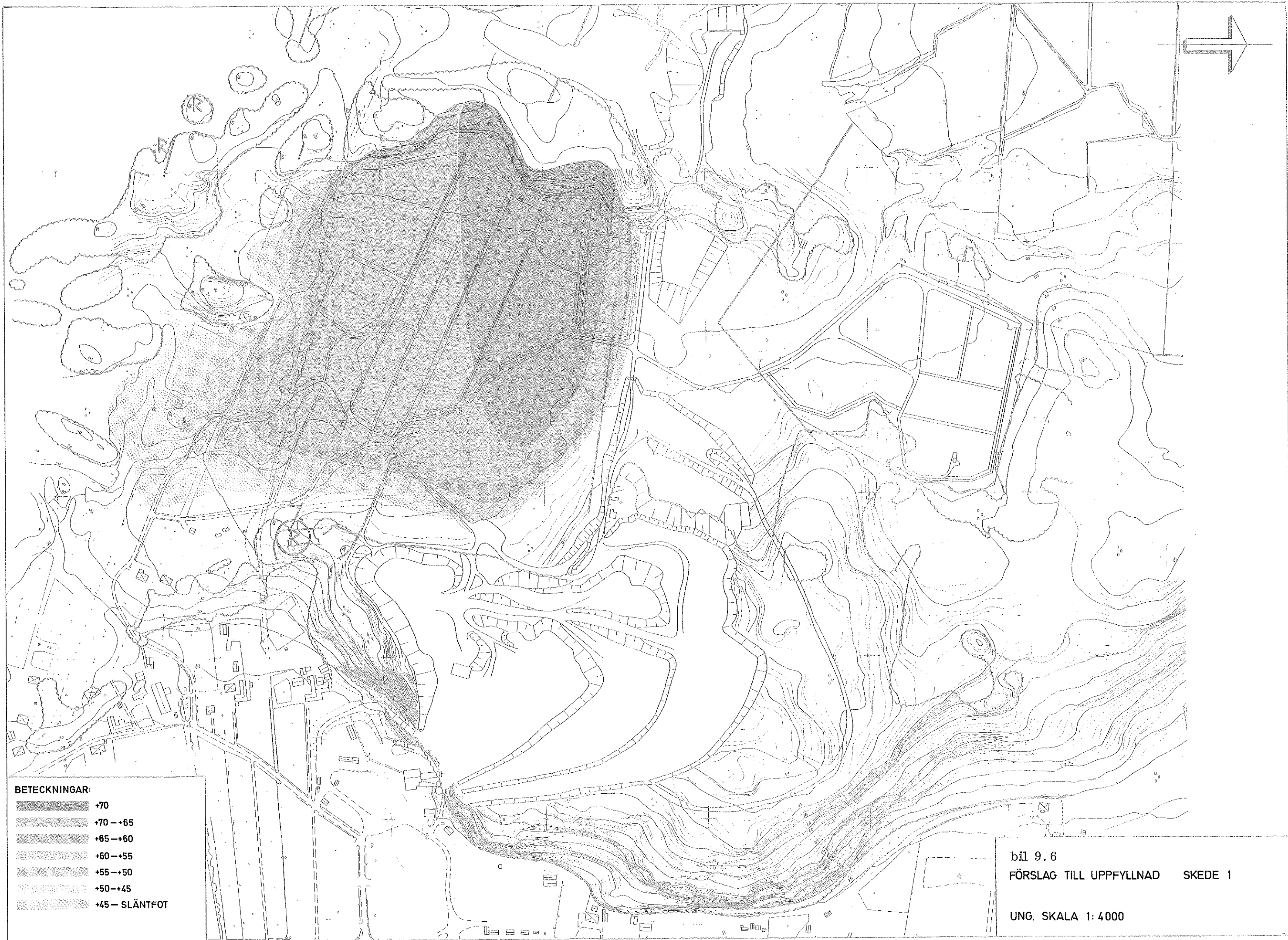
SKALA 1:50 000

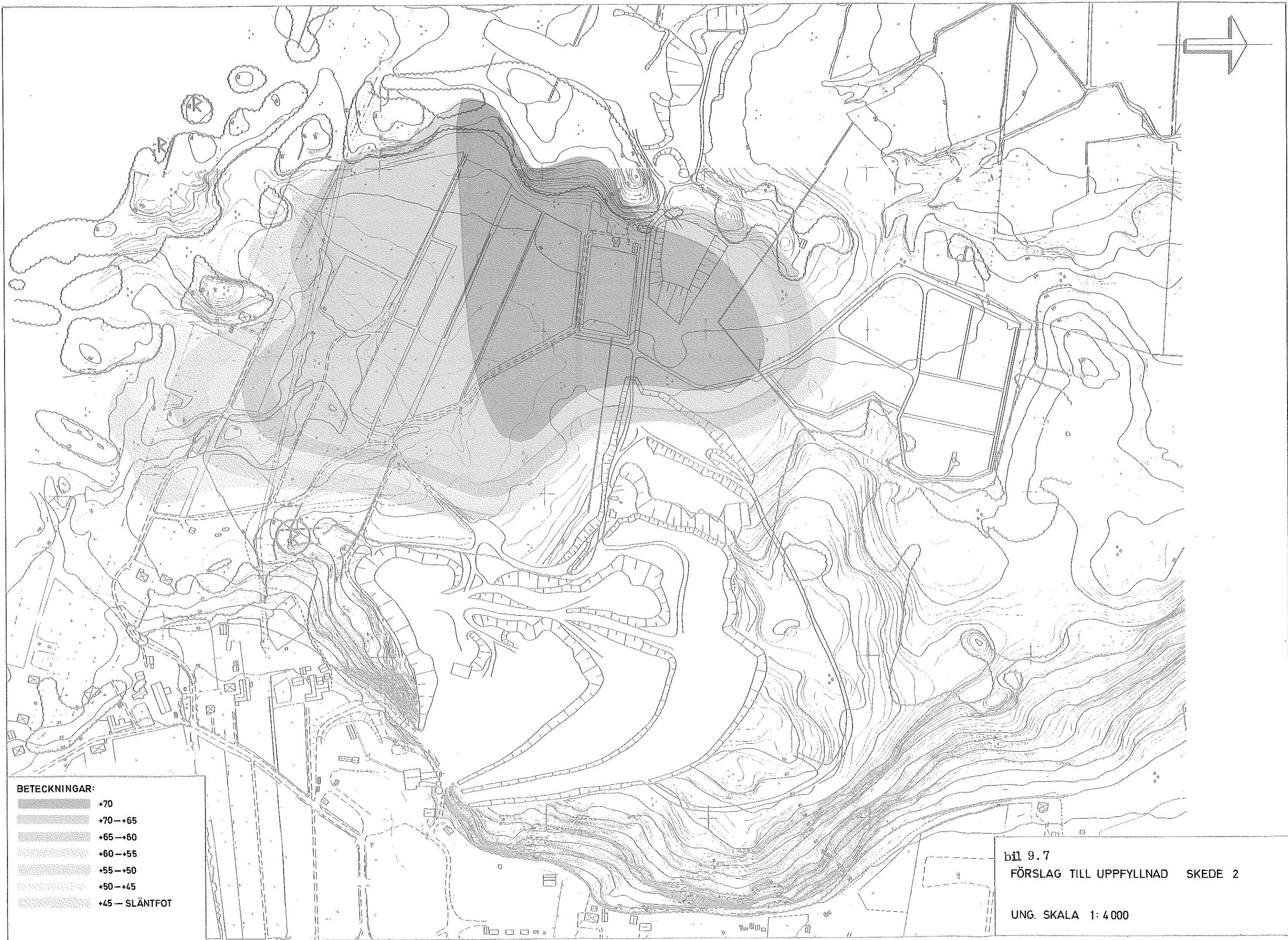


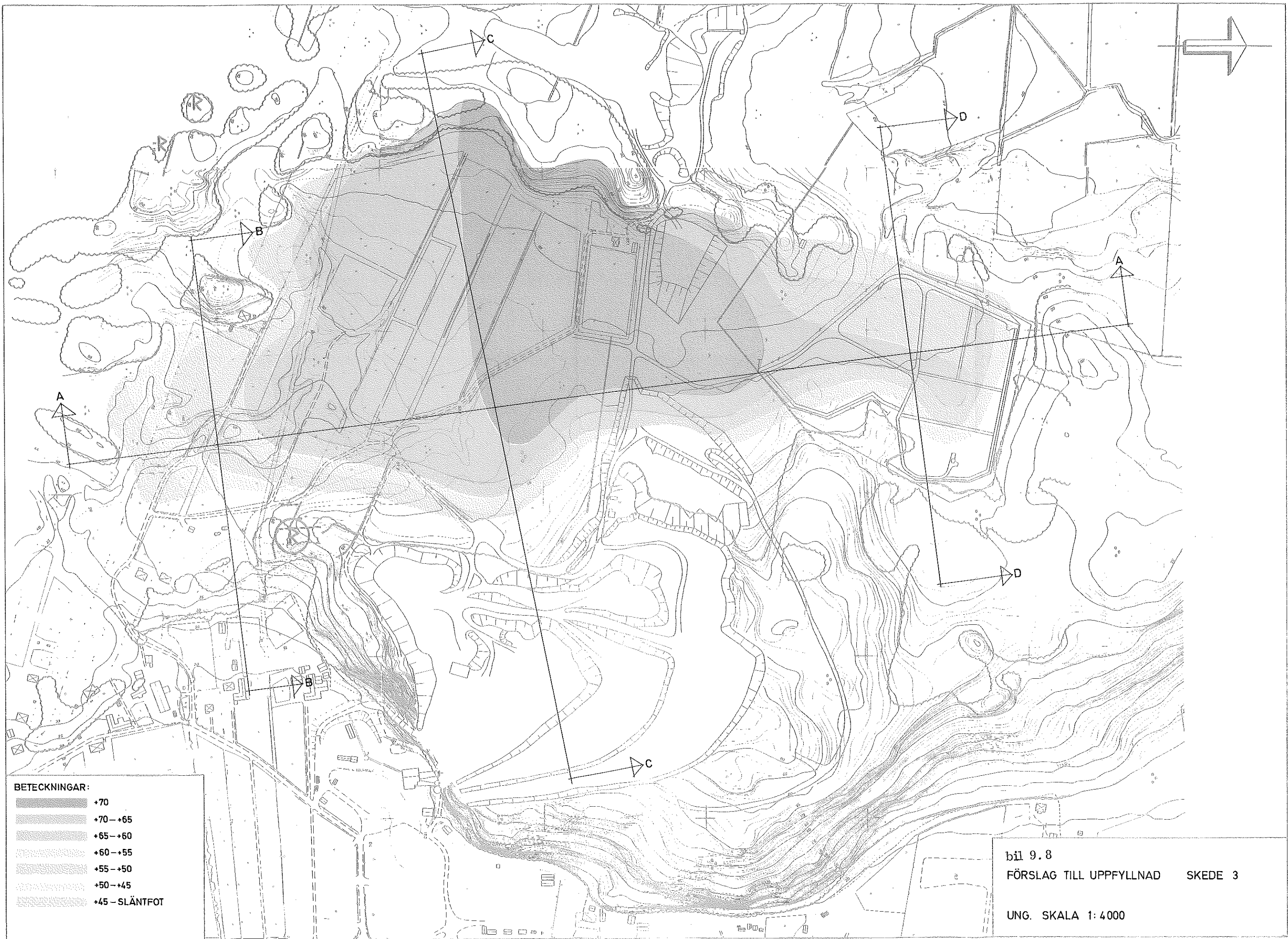




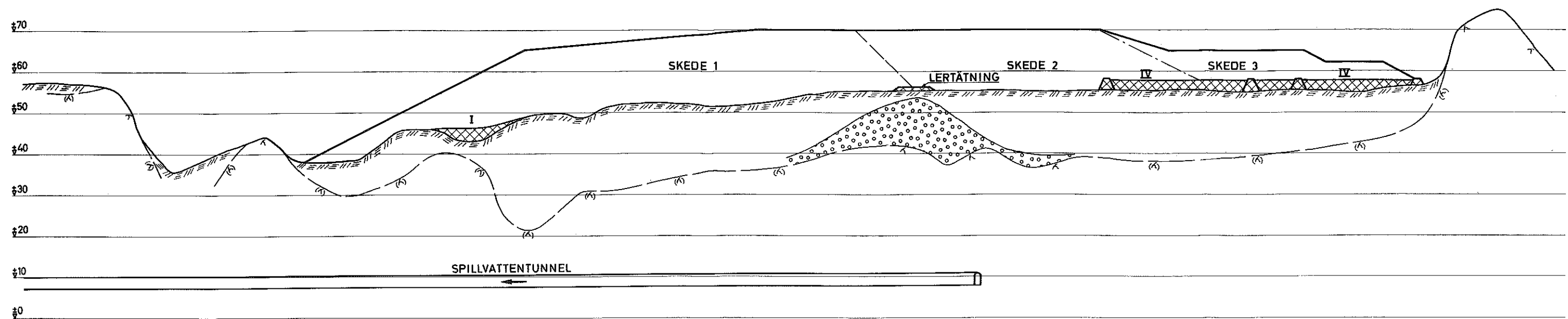




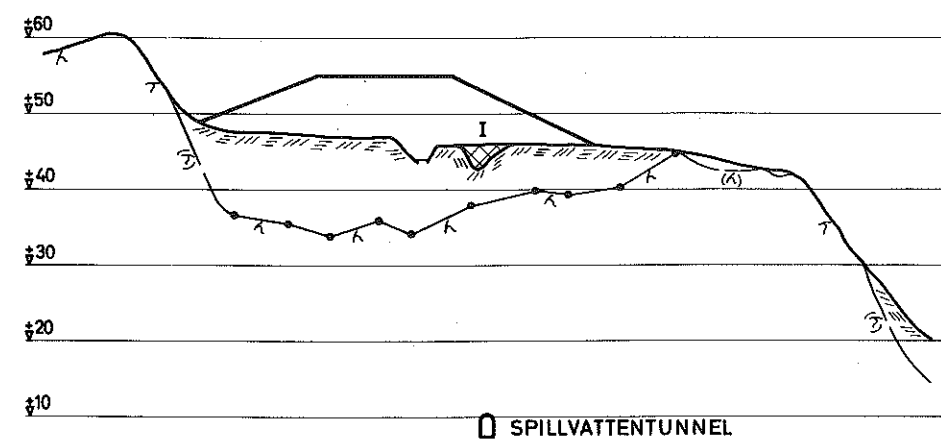




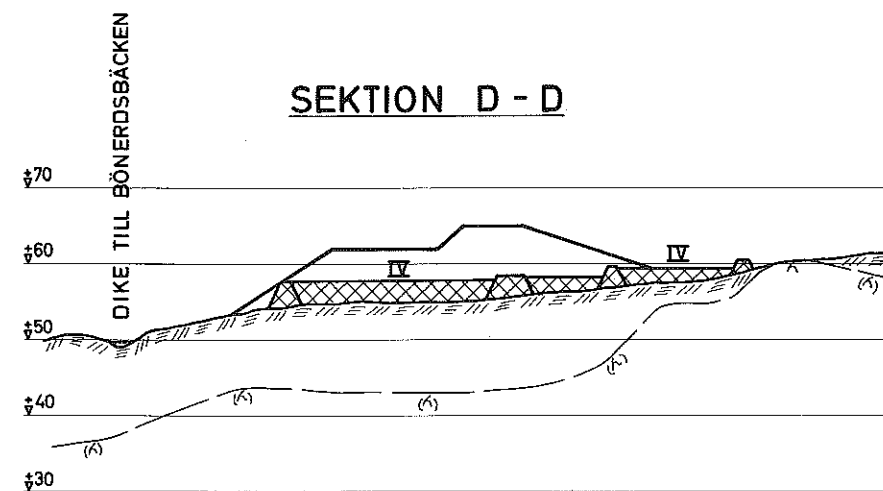
SEKTION A - A



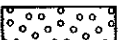
SEKTION B - B



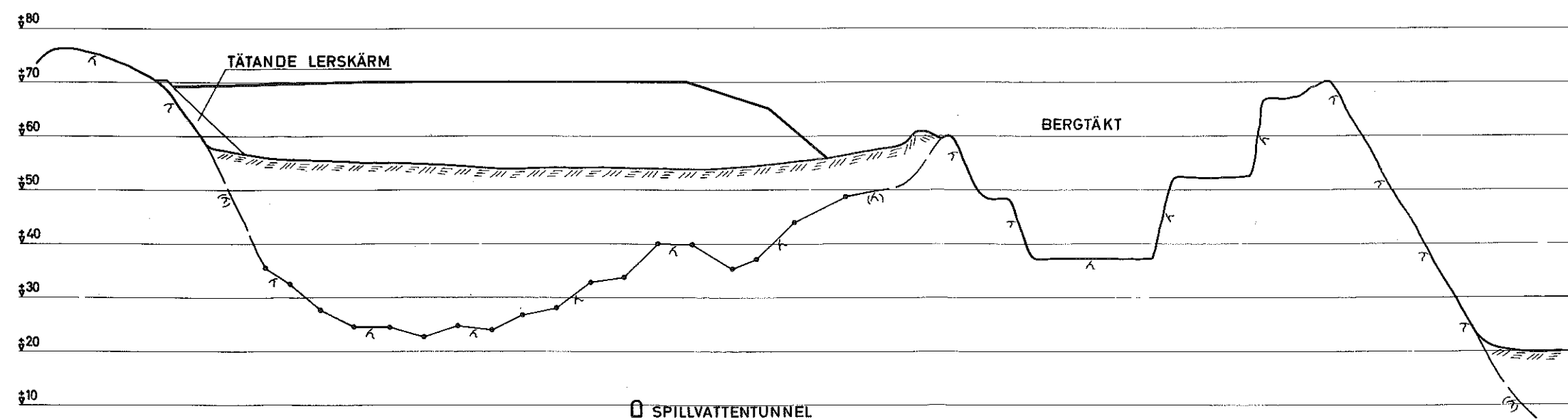
SEKTION D - D



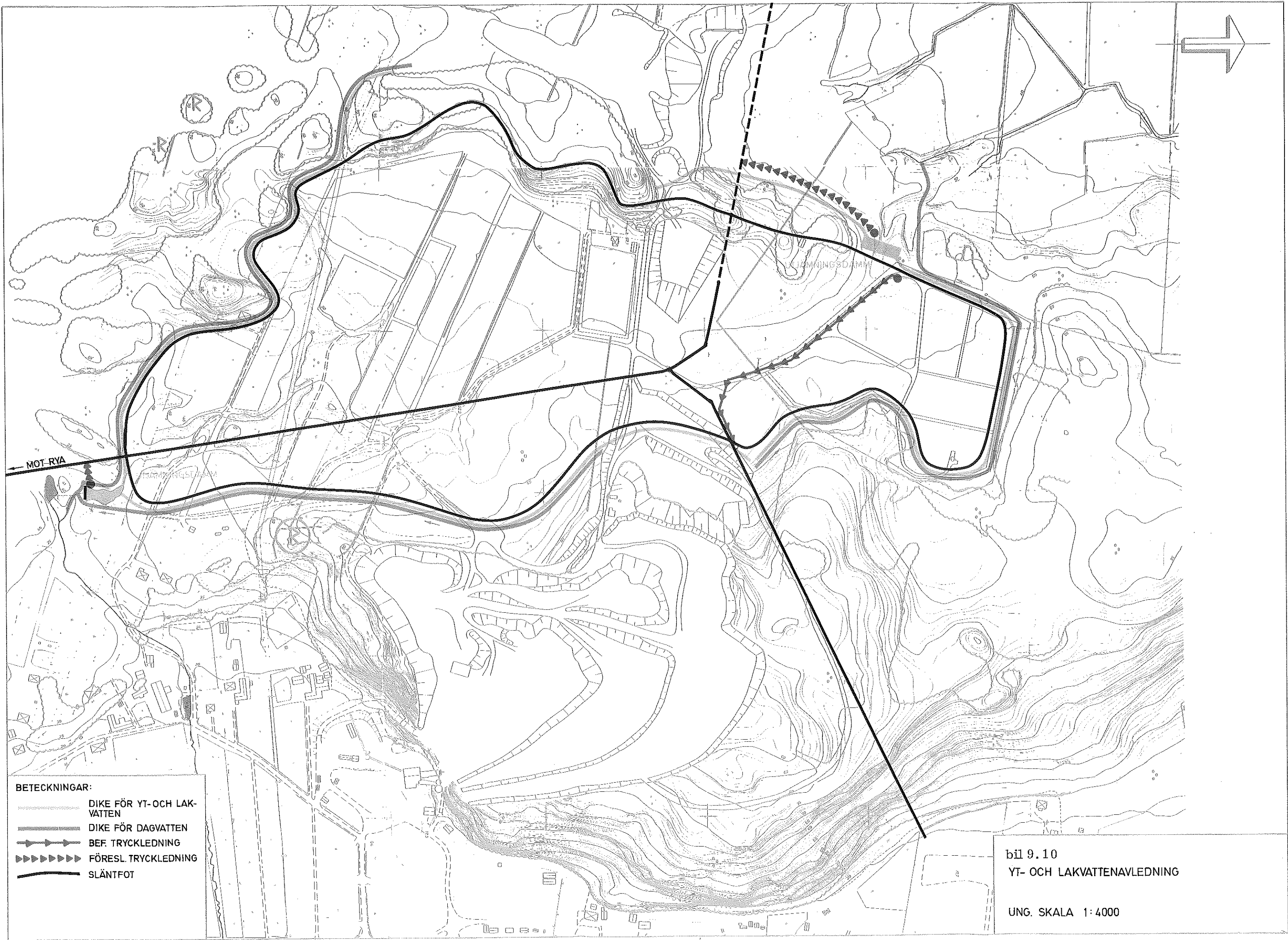
BETECKNINGAR:

-  BEFINTLIG TIPP
-  RANDBILDNING AV GROVSSEDIMENT

SEKTION C - C



bil 9.9
FÖRSLAG TILL UPPFYLKNAD
SEKTIONER
ORIG. SKALA L=1:2000, H=1:500

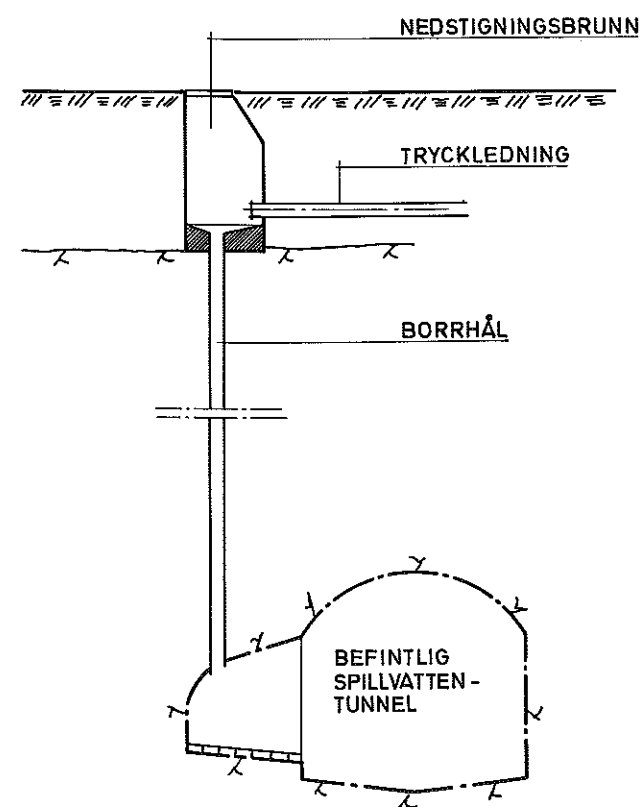


BETECKNINGAR:

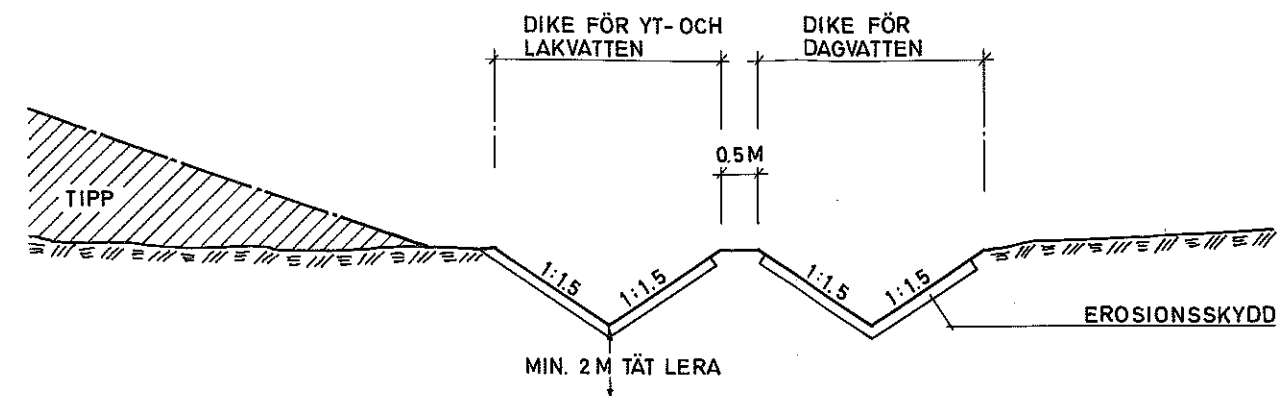
- DIKE FÖR YT- OCH LAKVATTEN
- DIKE FÖR DAGVATTEN
- BEF. TRYCKLEDNING
- FÖRESL. TRYCKLEDNING
- SLÄNTFOT

bil 9.10
YT- OCH LAKVATTENAVLEDNING

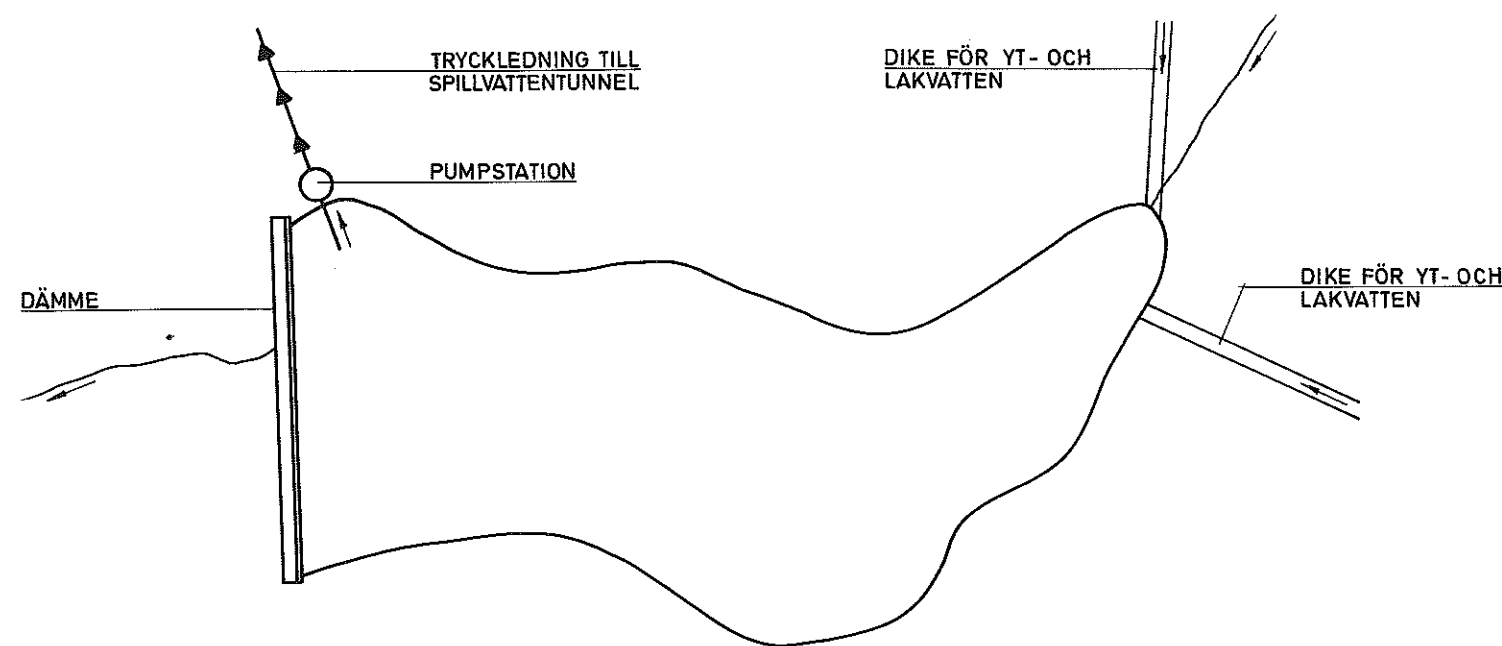
UNG. SKALA 1:4000



ANSLUTNING TILL SPILLVATTENTUNNEL



AVSKÄRANDE DIKEN



UTJÄMNINGSDAMM



VATTENTEKNISKA LABORATORIET AB

Mölnadalsvägen 85 412 85 Göteborg

Telefon 031-20 93 80, 20 93 85

GRAAB

Grundvattenundersökning, Tannan.

Provtagning på brunnar samt rören 7201 och 7202.

Prov tagna den 21.2.1973.

Br = prov taget i brunn.

T = prov taget vid tappställe.

UNDERSÖKNING	ENHET	1 Br	4 T	5 A T	6 Br	8 T	8 A Br	9 T	10 T	13 T	14 Br	15 Br	16 T	17 T	18 T	19 T	19 A Br	20 T	21 Br	7201	7202
Temperatur enl uppgift	°C																				
Färg	mg/l Pt	12	30	20	30	25	20	15	20	13	13	25	40	35	20	80	15	12	25	50	12
Grumlighet	ZP-enheter	ingen	ingen	ingen	svag	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	svag	ingen	svag	stark	stark
Lukt, styrka		ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
Lukt, art																					
Bottensats		ingen	ingen	ingen	liten	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	liten	ingen	liten	stor	stor
pH (pot)		7,7	7,4	7,7	8,0	7,6	7,6	6,0	6,5	8,0	7,7	7,3	7,1	7,0	7,9	6,8	4,8	6,9	7,3	6,7	7,2
Ledningsförmåga	x10 ⁶	350	530	360	310	280	280	100	120	260	290	260	250	240	330	180	140	350	300	430	480
Permanganatförbrukning	mg/l KMnO ₄	4	14	7	11	2	2	4	15	2	2	14	1	1	2	29	9	3	7	48	31
Suspenderade ämnen	mg/l																				
Järn	Fe mg/l	0,11	0,16	0,06	0,39	0,29	0,30	0,18	< 0,01	< 0,01	0,07	< 0,01	0,97	0,75	0,05	0,09	< 0,01	< 0,01	0,15	11	1,7
Mangan	Mn "	0,12	0,16	0,19	0,12	0,62	0,74	0,06	0,03	0,14	0,76	0,15	0,56	0,47	0,26	0,21	1,2	0,20	0,12	1,1	0,56
Fosfat	PO ₄ "	0,07	0,10	0,18	0,18	0,12	0,18	0,01	< 0,01	0,15	0,04	< 0,01	0,13	0,10	0,09	1,6	0,02	< 0,01	0,05	< 0,01	< 0,01
Totalfosfor	P "																				
Ammonium	NH ₄ "	0,20	0,17	0,22	0,22	0,30	0,30	0,22	0,25	0,04	0,22	0,25	0,22	0,22	0,33	0,38	0,33	0,11	0,14	0,85	0,71
Nitrit	NO ₂ "	0,018	0,023	0,013	0,024	0,018	0,019	0,024	0,015	0,031	0,020	0,025	0,031	0,024	0,019	0,013	0,020	0,039	0,031	0,035	0,030
Nitrat	NO ₃ "	1,4	1,2	0,8	1,3	< 0,1	< 0,1	2,6	< 0,1	0,2	< 0,1	5,1	0,2	< 0,1	0,2	15	23	48	4,1	0,4	0,4
Totalkväve (enl Kjeldahl)	N "																				
Sulfat	SO ₄ mg/l	36	58	31	30	23	23	24	24	18	32	48	52	57	35	23	28	48	55	48	24
Bikarbonat	HCO ₃ "	140	260	170	140	120	130	8	13	120	130	70	48	43	140	40	< 1	67	50	110	270
Klorid	Cl "	26	24	22	16	16	15	3	12	16	17	16	21	20	21	13	13	25	35	58	21
Kalcium	Ca "	26	74	51	44	36	37	7	13	32	38	32	16	16	19	18	3	33	28	33	73
Magnesium	Mg "	7,8	20	11	8,7	8,4	7,8	4,8	4,2	9,0	12	10	8,4	7,5	9,6	6,0	6,0	19	11	18	23
Totalhårdhet	°dH	5,5	15,1	9,7	8,2	7,0	7,0	2,1	2,9	6,5	8,1	6,8	4,2	4,0	4,8	3,9	1,8	9,0	6,4	8,8	15,6
Kolsyra, marmoraggressiv ber	CO ₂ mg/l	2	5	1	< 1	4	4	18	9	< 1	2	8	9	10	< 1	14	30	18	7	38	10
Syre	O ₂ mg/l																				
Biokemisk syreförbrukning d	O ₂ "																				
Kiselsyra	SiO ₂ "	14	16	14	13	14	15	7,0	10	15	15	12	18	18	17	13	9,0	13	11	6,0	20
Totala ant bakterier	22.. °C 48.. t antal/ml	50	60	2	4200	170	190	1	180	0	7	4100	3	0	500	1400	55	200	60000	50000	17000
Totala ant coliforma bakt	35.. °C 48.. t antal/100 ml	11	5	< 2	70	33	84	< 2	11	< 2	< 2	210	< 2	< 2	7	32	49	17	350	33	17
Ant termostabila colif bakt	44.. °C 48.. t antal/100 ml	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	8	13	8	8	2

1. 6. 69. AT 6945



VATTENTEKNISKA LABORORIET AB

Mölnadalsvägen 85 412 85 Göteborg

Telefon 031-20 93 80, 20 93 85

GRAAB

Grundvattenundersökning, Tagene.

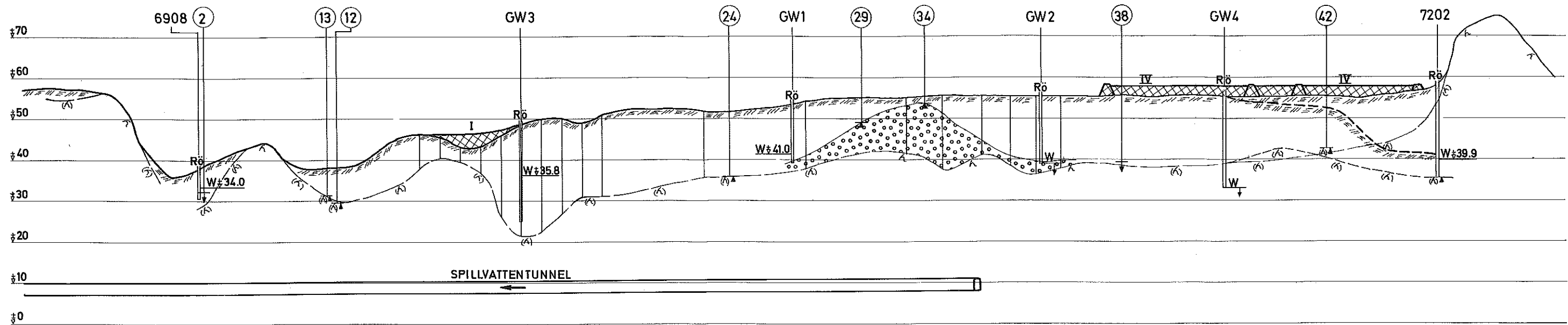
Provtagning på rör och borrhål.

Proven taga den 15.2.1973.

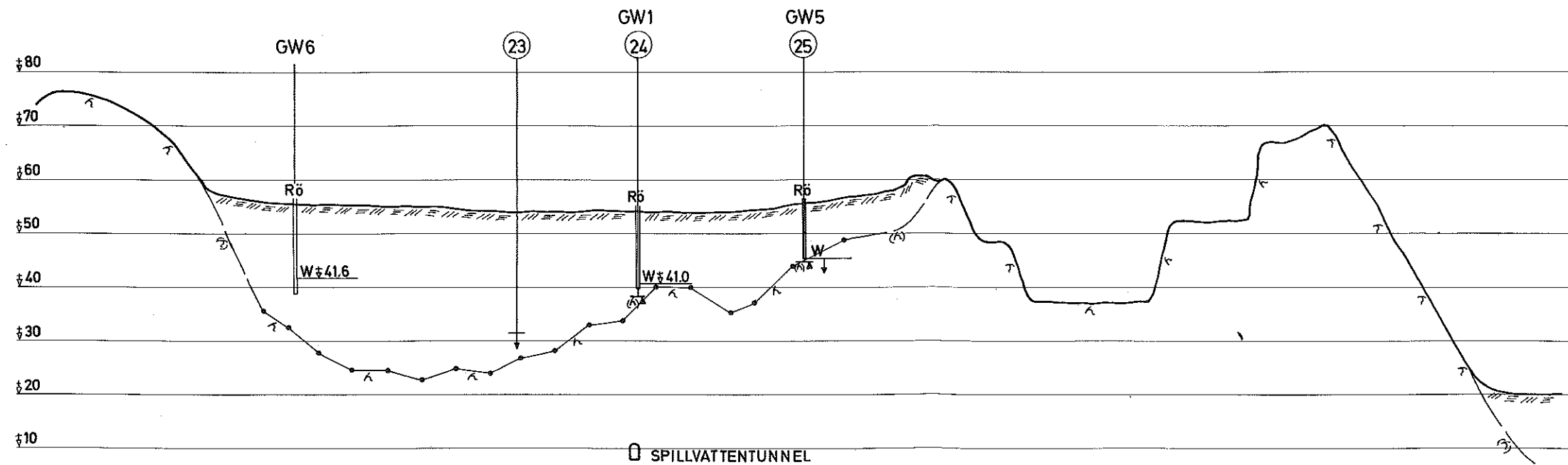
UNDERSÖKNING	ENHET	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	7201	7202											
Temperatur enl uppgift	°C																		
Färg	mg/l Pt	5	5	15	10	10	50	13											
Grumlighet	ZP-enheter	1100	440	1400	6200	1400	5100	26000											
Lukt, styrka		ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen											
Lukt, art																			
Bottensats		icke obet	liten	liten	icke obet	icke obet	stor	stor											
pH (pot)		5,5	7,5	8,2	8,2	5,4	6,7	7,1											
Ledningsförmåga	x10 ⁶	120	340	670	170	175	470	600											
Permanganatförbrukning	mg/l KMnO ₄	22	7	13	4	5	550	370											
Suspenderade ämnen	mg/l																		
Järn	Fe mg/l	0,36	0,26	1,4	4,3	1,2	5,3	4,3											
Mangan	Mn "	0,17	0,05	0,17	0,32	0,47	1,2	1,60											
Fosfat	PO ₄ "	0,04	0,04	0,06	0,03	0,03	0,15	0,15											
Totalfosfor	P "																		
Ammonium	NH ₄ "	0,11	0,11	0,27	0,18	0,09	1,5	1,5											
Nitrit	NO ₂ "	0,018	0,011	0,046	0,022	0,009	0,010	0,015											
Nitrat	NO ₃ "	< 0,1	2,0	< 0,1	1,3	2,8	< 0,1	0,4											
Totalkväve (enl Kjeldahl)	N "																		
Sulfat	SO ₄ mg/l	23	35	94	33	24	32	23											
Bikarbonat	HCO ₃ "	< 1	81	150	18	< 1	95	290											
Klorid	Cl "	17	35	55	11	28	57	20											
Kalcium	Ca "	7	36	39	9	4	33	15											
Magnesium	Mg "	4,5	9,0	26	6,6	6,6	19	61											
Totalhårdhet	°dH	2,0	7,1	11,5	2,7	2,1	8,9	16,2											
Kolsyra, marmoraggressiv ber	CO ₂ mg/l	17	5	< 1	< 1	8	35	15											
Syre	O ₂ mg/l																		
Biokemisk syreförbrukning d	O ₂ "																		
Kiselsyra	SiO ₂ "	8,0	13	9,0	9,0	8,0	7,0	16											
Totala ant bakterier	22.. °C 48.t antal/ml	5900	36000	72000	650	450	720000	250000											
Totala ant coliforma bakt	35.. °C 48.t antal/100 ml	220	33	33	13	13	1100	27											
Ant termostabila colif bakt	44.. °C 48.t antal/100 ml	< 2	< 2	2	2	< 2	5	< 2											
Bly	Pb g/l	7,7	4,5	2,2	6,4	1,9	290	310											
Koppar	Cu "	7,8	4,1	2,1	1,8	1,2	160	160											
Krom	Cr "	2,3	1,8	2,4	3,9	1,2	50	27											
Nickel	Ni "	40	33	40	37	39	220	210											
Zink	Zn "	420	420	330	120	180	620	640											

1. 6. 89. AT 6945

SEKTION A-A



SEKTION C-C



BETECKNINGAR

- BEFINTLIGA TIPPAR
- RANDBILDNING AV GROVSEDIMENT
- BERGKONTUR FRÅN SEISMISKA MÄTNINGAR
- MARK- RESP. BERGKONTUR FÖR SEKTION E-E
- W±0.00 GRUNDVATTENNIVÅ DEN 15.3.1973
- W GRUNDVATTENNIVÅ LÅG DEN 15.3.1973 UNDER MÄTSPETS

bil 9.14

SEKTIONER

UNG. SKALA L=4000, H=1:1000

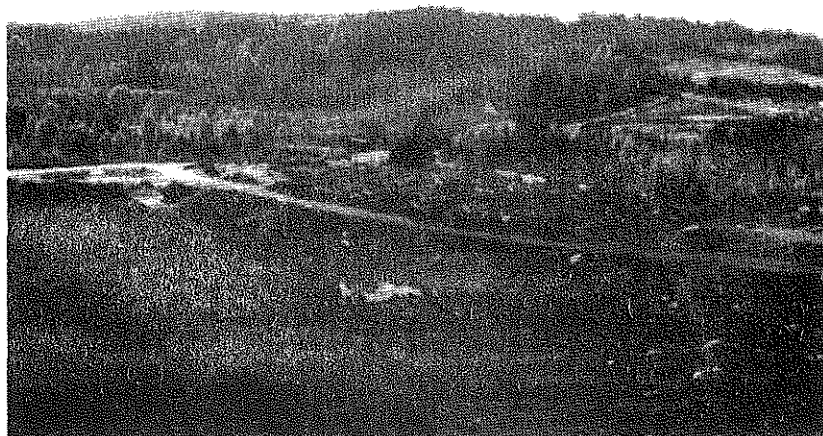


Foto 9.1. Vy över planerat tippområde (etapp 1).



Foto 9.2. Slaminvallning (ej påbörjad tippning).

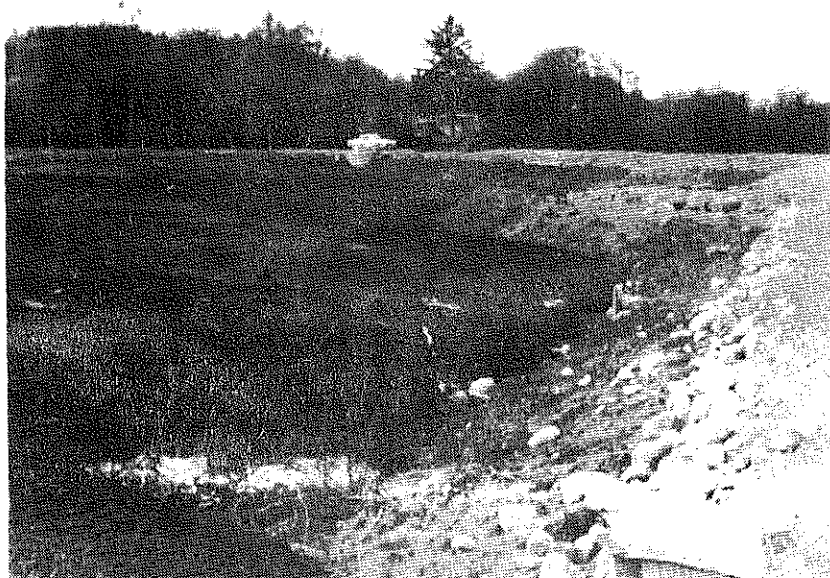


Foto 9.3. Slaminvallning (pågående tippning).

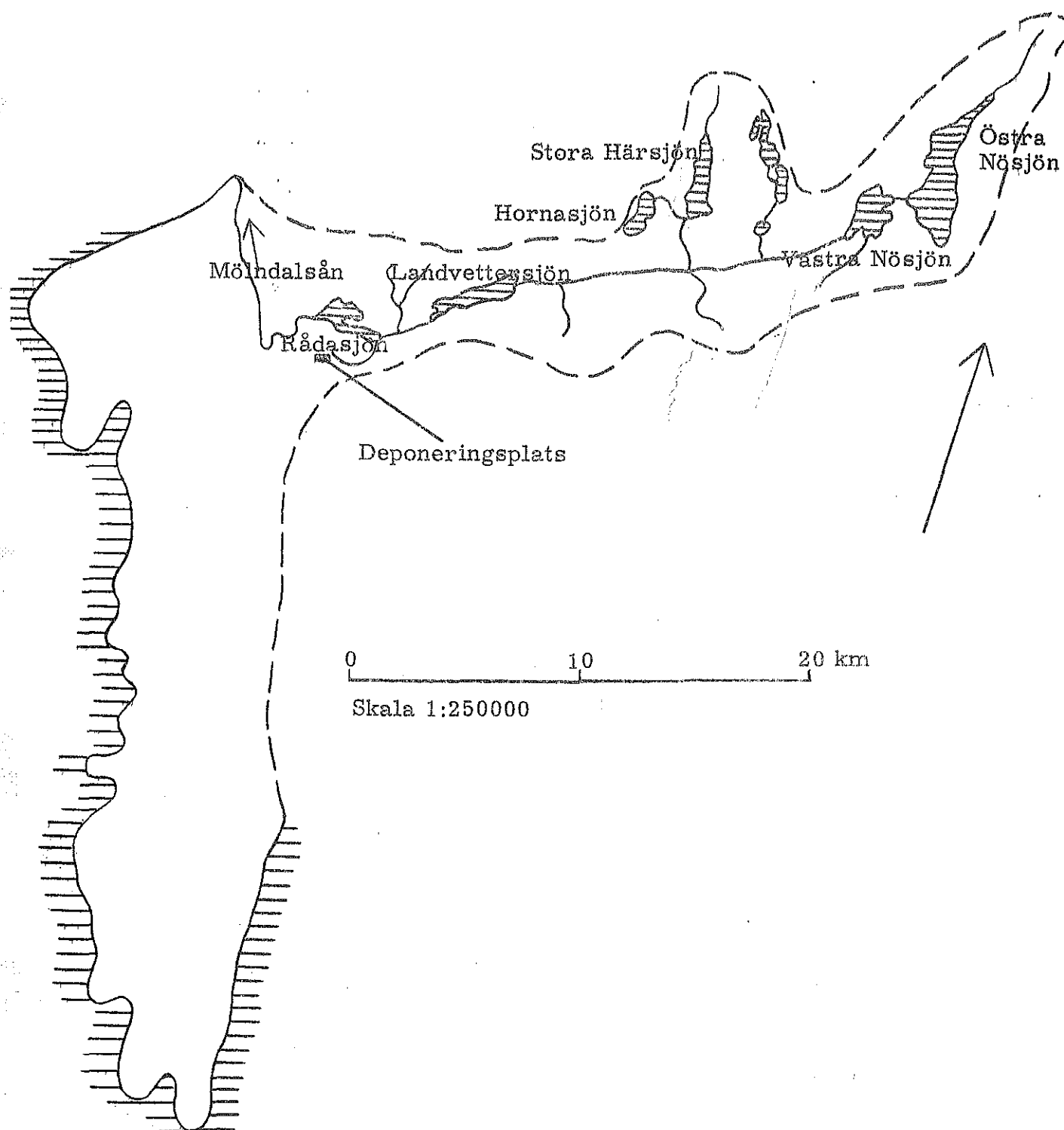


Foto 9.4. Ytvattendike runt slaminvallningen.

10. Mölndals kommuns deponeringsplats vid Kikås.

Inga utredningar vad beträffar deponeringsplatsen vid Kikås föreligger.

Mölndalsåns vattenområde.



10.1 Situationsbeskrivning

Mölndals kommun är belägen 10 km sydost Göteborgs centrum. Folkmängden uppgår till ca 47.000. Den aktuella deponeringsplatsen ligger i Kikås, 2 km ost Mölndals centrum (bil. 10.1). Kommunen driver för närvarande 2 tippar, av vilka den i Kikås är den största.

Deponeringen vid Kikås får anses ske okontrollerat, eftersom flera avfallstyper blandas och de erhållna pallhöjderna är för höga med tanke på bl a möjligheterna att täcka slänterna.

Marken, på vilken tippen är anlagd, ägs av kommunen. För tippens skötsel har kommunen anlitat en entreprenör.

10.2 Avfallets sammansättning

Deponeringsområdet är uppdelat i två delområden. Gränsen utgörs av en skjutbana i ost-västlig riktning.

Det norra delområdet består av äldre tippmassor. Enligt uppgift skall tippen ha varit i bruk i ca 35 år. Deponeringen påbörjades norr skjutbanan. Inom det södra området har deponering pågått i ungefär 5 år (bil 10.1).

Avfallet inom den norra tippen utgörs av hushålls-, trädgårds-, byggnads- och industriavfall samt schaktmassor. Inga restriktioner vad gäller sammansättningen av tippat avfall har gällt inom de norra delarna (såväl giftigt som icke giftigt avfall har sannolikt påförts). Denna slutsats bekräftas också av samtal med den nuvarande föreståndaren.

Den äldre tippytan har täckts med ett jordlager och numera växer det gräs över stora delar av tippytan. På grund de kompressibla jordlagren har stora svackor bildats, vilket medför vattensamlingar. Detta kan resultera i en icke önskvärd infiltration och därmed risk för urlakning av tippmassorna.

Sedan 1972 har kommunen avtal med GRAAB vad beträffar behandling av hushållsavfall. Detta innebär att allt hushållsavfall transporteras till Sävénäs sopförbränningsstation.

Den nuvarande tippen skall endast mottaga byggnads-, industri- och handelsavfall samt schaktmassor. Den västra delen av det nuvarande tippområdet arrenderas av Mölndals lastbilscentral. Här tippas till övervägande del sprängmassor, byggnadsavfall samt schaktmassor.

Kommunens intentioner är att förhindra att giftigt avfall hamnar på tippen. Detta har man troligen misslyckats med vid några tillfällen, vilket i så fall bottnar i uraktlåtenhet från kommunens sida vad gäller krav på avfallsredovisning från industrierna. En inventering av industriernas typ och mängd av avfall pågår nu.

10.3 Deponeringsområdets beskrivning (bil. 10.4, 2)

Deponeringsplatsen ligger i de nordvästra delarna av ett större mossmarksområde. Tippen begränsas i väster av två bergryggar med en där emellan liggande platå, vilken är bebyggd med ett antal villor. Den östra sidan utgörs av en med tippen parallell bergribba. Den norra begränsningen består av en grusås på vilken en kyrkogård är anlagd. På flera ställen inom mossen går berget i dagen. Av bil 10.2 framgår att tippen ligger i det inre av avrinningsområdet.

De högre delarna av den östra bergkammen utgörs av amfibolit och amfibolitisk gnejs. Längre ner på sluttningen mot tippen framträder en rödgrå, intermediär, ibland granitisk gnejs. De båda västliga bergryggarna utgörs liksom den markanta bergknallen i söder av granitisk gnejs. Den tidigare nämnda platån består av en randmoränrygg, som bildar den naturliga ytvattendelaren i detta område.

De norra delarna bildar en platå av isälvsgrus på nivån ca + 100 med på några platser berg i dagen av den tidigare omnämnda granitiska gnejsen. Isälvsavlagringen har stor mäktighet och utbreder sig mot nordväst ner mot de västra delarna av Stensjön.

Mossen, på vilken deponeringsplatsen ligger, var före ianspråktagandet mycket vattensjuk och kunde då närmast karakteriseras som kärrmark. Mossen som ligger på nivån + 85 m avsmalnar mot sydost och ca 800 m söder om tippen utgör mossen endast ett smalt pass, längs vilken bäcken rinner. Förekomsten av kärr är riklig i hela området söder om deponeringsplatsen och flertalet av dem avvattnas mot bäcken.

I de norra delarna av den äldre tippen rinner en mindre bäck upp. Denna flyter längs tippens östra del och när den passerat tippens nuvarande södra begränsning mynnar den i ett kärrområde. Söder om kärrområdet förekommer ett flertal mindre bäckar, vilka till slut rinner samman och bildar en större bäck som avrinner mot Vällsjön. Från Vällsjön finns sedan förbindelse med Rådasjön.

Den markanta bergknallen omedelbart söder om tippen delar upp det norrifrån kommande vattnet i två riktningar, en väster och en öster om nämnda bergknalle. Den helt dominerade av dessa är den östliga.

Tippens nuvarande yta är ca 12 ha. Med tanke på deponeringsplatsens läge, ca 300 m från större villabebyggelse, kan man lätt dra slutsatsen att insynsförhållandena är ogynnsamma. Detta är dock fel, ty i väster avskärmas deponeringsplatsen av ett längsgående och skogsbevuxet mossområde. Villaområdet i norr ligger bakom kyrkogården, vilken utgör en avskärmande begränsning.

Ett mindre antal villor i väster och norr har dock sämre läge vad beträffar insynsförhållanden, eftersom de ligger endast en femtiotal meter från tippen. Den centrala lokaliseringen av tippen medför att transportavstånden är korta. Vägarnas bärighet är av god klass, dock kan problem uppkomma med transporter från de centrala delarna av Mölndal, ty vägarna upp mot tippen är smala, krokiga och livligt trafikerade. Dessutom leder flera vägar genom villaområden, vilka inte bör utsättas för tyngre och genomgående transporter.

10.4 Avrinningsförhållanden

Följande beskrivning av avrinningsförhållanden i själva tippområdet är baserad på:

- a) besök på platsen
- b) intervjuer med berörda personer och myndigheter

Efter samtal med föreståndaren för tippen kan följande sammanfattas vad beträffar förhållandena i samband med tippens ianspråktagande:

Bärighet

När tippningen påbörjades var mossen mycket vattenrik. Avfall kunde tippas på ett och samma ställe under en hel dag och nästa dag hade alltsammans trängt ned i mossen. Detta kunde pågå i veckor.

Sannolikt består de övre delarna av torv och de underliggande lagren av dyrtorv respektive gyttja. Till en början fanns gott om plats för nedträngande massor genom att mossens kompressibla skikt sammanpressades och en avvattning skedde söderut. Detta pågick ända tills mossen smalnade av längre söderut. Här finns också en markant bergknalle. På detta sätt uppstod ett naturligt motstånd mot de undre massornas tryck söderut. När belastningen blev tillräckligt stort, dvs pallen tillräckligt hög blev resultatet en "kalvning", vilket innebar att torvmassorna framför tippåret lyftes upp och sammanpressades mot och över de söder därom belägna jordlagren. "Kalvningen" har medfört att mossens yta på en sträcka av ca 100 m har höjts mellan 2-3 m. På hela ytan där "kalvning" inträffat finns det sprickor i torvskiktet. Dessa är av varierande storlek och de största är ungefär 10 m långa, 0,5 m breda och 2-3 m djupa. Vid okulär besiktning befanns de vara mycket förrädliska, eftersom de på flera ställen doldes av nervissnat gräs. Sprickorna är ett naturligt resultat av mossens upptryckning. Upptryckningen har givit upphov till en konvex markyta. Detta spänningsförhållande tålde inte torvskiktet, varför sprickor blev följden, särskilt nord-sydgående.

Inga mätningar för att konstatera grundvattenytans läge i tippkroppen har utförts. Tippmassorna har fyllts upp mot angränsande höjdparter i norr och nordväst. För övrigt sluttar tippen mot mossens yta både i väst och öst. Skulle grundvattenytan ha stigit sedan tippens tillkomst torde detta ha skett i de norra och nordvästra delarna samt i tippkroppens centrala delar. Det senare mycket beroende på massornas utseende.

Grundvattenströmmen har troligtvis en sydostlig riktning. Annan riktning kan förekomma i de norra och nordvästra delarna. Dessa påståenden måste dock verifieras genom grundvattenståndsobservationer eller dylikt.

De massor som trängt ner genom torvskiktet har svårt att brytas ned biologiskt. Stora tippvolymmer har säkert "konserverats" under grundvattenytan. Detta medför en ständig och mycket okontrollerbar urlakning av tippmassor.

Föroreningarna sprids sedan med hjälp av grundvattenströmmen söderut i mossen. Bäckens sydost om tippen avleder i sin tur förorenat vatten mot Vällsjön och Rådasjön. En väsentlig utspädning sker dock på dessa flytsträckor på grund av stora tillrinningar från moss- och kärrmarker.

Om denna utspädning är tillräcklig och tillsammans med mossens filtrerande verkan i erforderlig utsträckning kan minska föroreningarnas belastning på nämnda sjöar måste klarläggas. Detta kan lämpligen ske med hjälp av vattenanalyser från mossen och längs vattendraget mot Vällsjön. För att få en uppfattning om de vattenmängder som infiltrerar ner genom tippkroppen och de som avrinner från omgivande terräng ner mot tippen, skall vi göra en överslagsmässig budgetering. Den nederbörd som faller på själva tippytan minskat med avdunstningen, dvs den effektiva nederbörden, infiltrerar ner genom tippkroppen, ty tippytan är i det närmaste plan i de centrala delarna, vilket gör att avrinningen är nästan försumbar. Den effektiva nederbörden på övriga delar av avrinningsområdet avrinner ner mot tippen. Eftersom tippallarna inte fyllts fram mot berget kommer detta vatten inte i kontakt med tippmassorna. Vattnet kommer dock att blandas upp med lakvatten från tippkroppen; detta speciellt i den östra delen av tippen, där bäcken flyter fram. Låt oss antaga en normal årsnederbörd på ca 700 mm och en motsvarande årsavdunstning på ca 350 mm. Detta resulterar i en effektiv årsnederbörd på ca 350 mm. Det plana tippområdet har en yta på 12 ha.

Detta ger följande infiltrationsmängd

$$(\text{Jfr 6.3}) \quad \frac{120000 \cdot 0,350}{24 \cdot 365 \cdot 3600} = 1,3 \text{ l/s}$$

Till detta skall adderas det flöde som avrinner från omgivande terräng och till viss del blandas med lakvattnet. Detta tillskott är

$$\frac{240000 \cdot 0,350}{24 \cdot 365 \cdot 3600} = 2,4 \text{ l/s}$$

Tillsammans ger detta 3,7 l/s. De föroreningar som urlakas torde knappast ha spritt sig ner till berggrundvattnet, eftersom hela tippområdet utgör exfiltrationsområde. I det fall bergtunnlar eller i bruk varande bergborrade brunnar dränerar berggrunden finns dock risk för att berggrundvattnet förorenas.

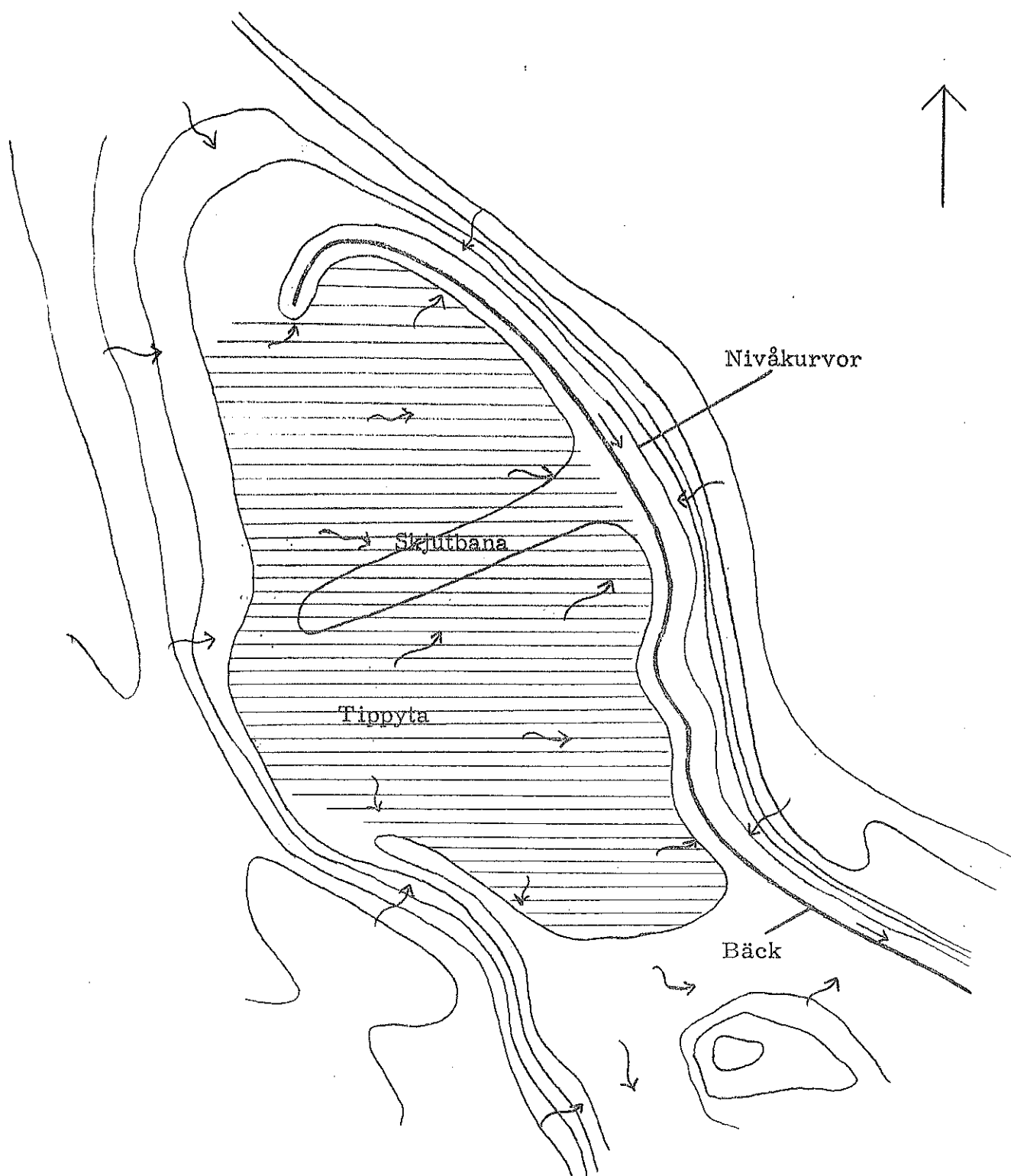


Fig. 10.1 Schematisk skiss angivande avrinningsförhållandena på och omkring tippen.

Några åtgärder för att rena vattnet från tippområdet har inte vidtagits. Av de båda läckagevägarna mot sydost är den östra kraftigast dränerande. Vattnet i bäcken är brunt, flockigt och illaluktande, speciellt vid varm väderlek. Bäckens mynnar i ett kärrområde som är mycket sankt.

Färg och lukt på vattnet ger omedelbart vid handen att vattnet är påtagligt förorenat. Längre söderut har dock vattnet undergått en avsevärd förbättring.

Ungefär 1 km nedströms har man klagat över luktbesvär. Om detta kan härledas från tippens är svårt att säga. De vattenanalyser som måste göras får ge besked härom. Vid okulär besiktning var bäckvattnet endast svagt brunt och någon som helst lukt kunde inte förnimmas.

10.5 Yt- och grundvattentäkter (bil. 10.1)

Mölnåls vattenförsörjning täcks med hjälp av ytvattentäkterna Södra Långevattnet samt Rådasjön. Södra Långevattnet ligger betydligt högre än deponeringsplatsen (mellan 10 och 15 m högre). Detta medför att någon förorenning inte kan nå Södra Långevattnet. Rådasjön däremot står i förbindelse med bäcken som rinner i tippens östra begränsning. Vattendraget rinner först ut i Vällsjön. Bäckens avrinningsområde är vid Vällsjön mycket stort, vilket innebär att det här skett en stor utspädning av ev lakvatten från tippområdet. En ytterligare utspädning erhålls i Rådasjön.

10.6 Tippens hantering och drift

Några specificerade anvisningar vad beträffar det avfall som skall emottagas vid deponeringsplatsen har ej utarbetats. Detta innebär att kontrollen på avfallens sammansättning försvåras. Kommunen borde kunna ålägga industrierna att uppge mängd och sammansättning vad gäller det avfall som man önskar deponera. Med sådana regler skulle kommunen snabbt kunna avgöra vad tippens kan ta emot och vad industrierna själva skulle borttransportera till lämplig behandlingsstation.

Pallhöjden inom det södra området är mellan 8 och 10 m. Detta måste anses vara för högt, eftersom det medför en stor såryta vid tippfronten. Skul-

le sårytan täckas går det åt stora massor och täckningsarbetet blir svårt att utföra. "Kalvningsproblemet" är ett resultat av att anlägga deponeringsplatser på mossmark och sedan överbelasta mossen med för höga pallar. Man kan inte på något område se att tippytan avslutats och återställt.

I stället pågår tippning på flera ställen inom tippen. En grop för kemiskt avfall har anlagts i tippens centrala delar. Likaså finns en "egen" pall för MODO-Kemi, där det deponeras rester från kemikalietillverkningen. Någon uppfattning om innehållet i dessa "specialtippar" hade inte föreståndaren. Ett flertal gamla schaktmaskiner står kvar på tipplatsen och ger åt området verkligen ett intryck av "avstjälningsplats".

Vad som saknas beträffande skötseln av deponeringsplatsen är en utarbetad tipplan. En sådan är nödvändig för att reglera ansvaret mellan kommunen och entreprenören. Denna tipplan bör utformas som ett avtal med klart preciserade skötselföreskrifter samt tillåtet avfall. Härigenom kan kommunen kontrollera och tillse att tippen sköts på ett ur sanitär- och miljösynpunkt tillfredsställande sätt.

10.7 Planerade åtgärder

Några utredningar eller planer har kommunen ännu inte gjort angående deponering av avfall. Den gamla principen att anlägga deponeringsplatser på billig och svårexploaterad mossmark har gällt. På senaste tiden har man bl a under intryck av den allmänna miljödebatten, dock på kommunalt håll - och det gäller sannolikt även Mölndal - visat större benägenhet att på allvar ta itu med problemkomplexet deponering av avfall.

10.8 Förslag till åtgärder för tippens återställande

En fortsatt deponering av avfall på Kikås torde med säkerhet inte vara förenligt med allmänna miljöintressen. Detta med tanke på Mölndals vattentäkt, Rådasjön och den centrala placeringen med bostadsområden både mot väster och norr samt det vackra strövområde som terrängen runt Södra Långevattnet utgör.

Deponeringsplatsens placering i det inre av avrinningsområdet har dock stora fördelar. En fortsatt deponering mot sydost skulle innebära en ökning av berört avrinningsområde (bil 10.2) samt svårare att avgränsa en eventuell förorening från tippkroppen.

Kommunen har enligt uppgift för avsikt att anlägga en ny deponeringsplats för s k kemiskt avfall. Att ha två, ja kanske tre olika deponeringsplatser innebär i och för sig ökade kontroll- och miljöproblem.

Det vore sannolikt att föredra att ha en enda större, låt oss kalla det industritipp, där man kunde deponera både t ex visst kemiskt avfall samt övrigt avfall som ej lämpar sig för transport till Sävenäs.

Spräng-, schakt- och byggnadsavfall skall om möjligt inte blandas med övrigt avfall utan i stället i görligaste mån användas som utfyllnadsmassor vid återställandet av grustäcker m. m.

Den markanta bergknallen i tippens södra del är en naturlig begränsning och borde utnyttjas som stöd åt tippallen. Avslutas tippen mot denna bergkam underlättas även insamling av lakvatten samt avledande av ytvatten som inte varit i kontakt med tippkroppens inre.

Nedan belyses kortfattat två alternativ för eliminering av olägenheter från tippen.

De två alternativen är följande :

- A. Biologisk damm för behandling av lakvattnet
- B. Insamling av lakvattnet och bortpumpning till reningsverk,
via kommunalt avloppsledningsnät.

Dessa två arrangemang kräver samma åtgärder för insamling av lakvatten och ytvatten.

10.9 Utformning av tippkroppen, tätning av tippöveryta samt ytvattenavledning

För att förhindra att ytvatten från tippens omgivning kommer i kontakt med tippmassorna krävs ytvattenavledande diken i tippens yttre begränsningsområde (bil 10.2). Dessa diken skall också kunna avleda ytvattnet från tippen varför tippkroppen lämpligen bygges upp med ett tätt lerlager, gärna med inblandning av jord, vilket möjliggör en önskvärd växtlighet.

Härvid är det viktigt att tippytan får en jämn lutning mot ytvattendikena.

Skjutbanan skall beredas annan lämplig mark inom kommunen. Likaså kan bäcken fyllas igen längs den östra sidan (bil 10.2). För att eliminera risken för urlakning kan inerta schaktmassor först användas.

Om skjutbanan förläggs på annan plats, kan tippningen inom det södra området avslutas och påbörjas på skjutbanans nuvarande plats. Detta skulle ge det andrum som behövs för att uppföra en reningsanläggning eller pumpstation i tippens södra del (bil 10.2).

Utfyllnad av bäcken och skjutbanan bör ske till högst tippens nuvarande höjd. Den sista justeringen kan sedan göras med schaktbara massor och tätningar med ett ca 30 cm tjockt lerlager. Vid uppbyggnaden av den slutliga tippkroppen bör höjdflukter användas. Av bil 10.2 framgår hur ytvattendikena tänkes bli inlagda.

Det västra diket har två strömningsriktningar, en mot mossen i söder och en mot mossen i väster, där trumma lägges under vägen. Dikena skall där det förekommer berg ligga i anslutning till detta och ha en tät botten och yttre begränsning (fig. 10.2).

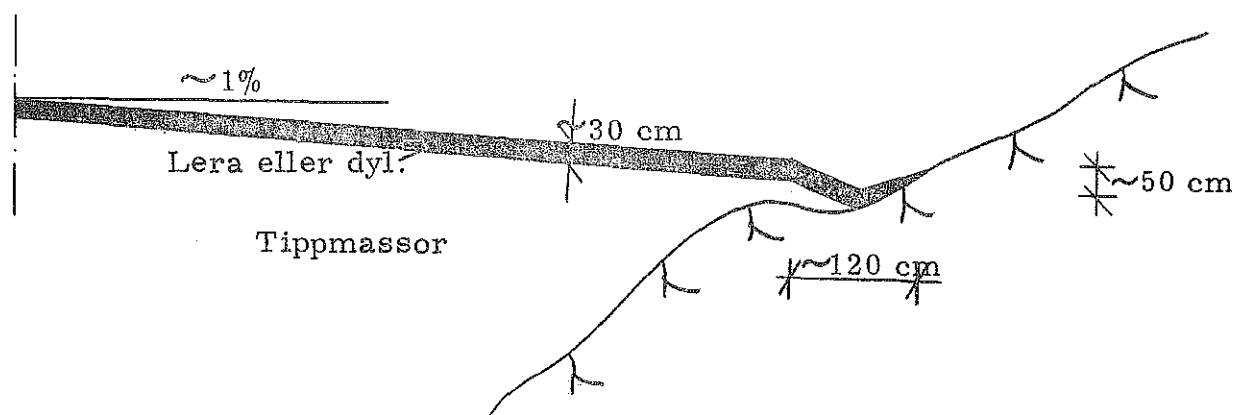


Fig. 10.2 (Sek A-A, bil 10.2) Föreslaget ytvattendike.

Genom att anlägga en betongskärm (bil 10.2) kan grundvattenströmmen ändras till att vara riktad mot öster. Härigenom skulle föroreningarna förhindras att spridas ut i mossen via den västra förträngningen. I den östra förträngningen (bil 10.2) kan en biologisk damm (alt A) byggas för att rena lakvattnet från tippet. De vid tätning vanliga trä- och stålsponterna kan troligen inte användas på grund av de stora jord- och vattentrycken uppströms skärmen.

Dimensionering av dammen baseras på lakvattnets genomsnittliga biokemiska syreförbrukning. För att fastställa detta krävs analyser av lakvattnet. Erfarenhetsvärden finns, men dessa kan inte med god approximation användas vid olika typer av tippor, eftersom avfallet ofta har varierande sammansättning.

Innan en betongskärm anläggs skall strömningsbilden studeras och grundvattenstånden mätas inom det aktuella området för att konstatera storlek och riktning på grundvattenströmmen. Skulle det visa sig att en mycket liten del strömmar väster om bergkammen kan man överväga att slopa ledskärmen.

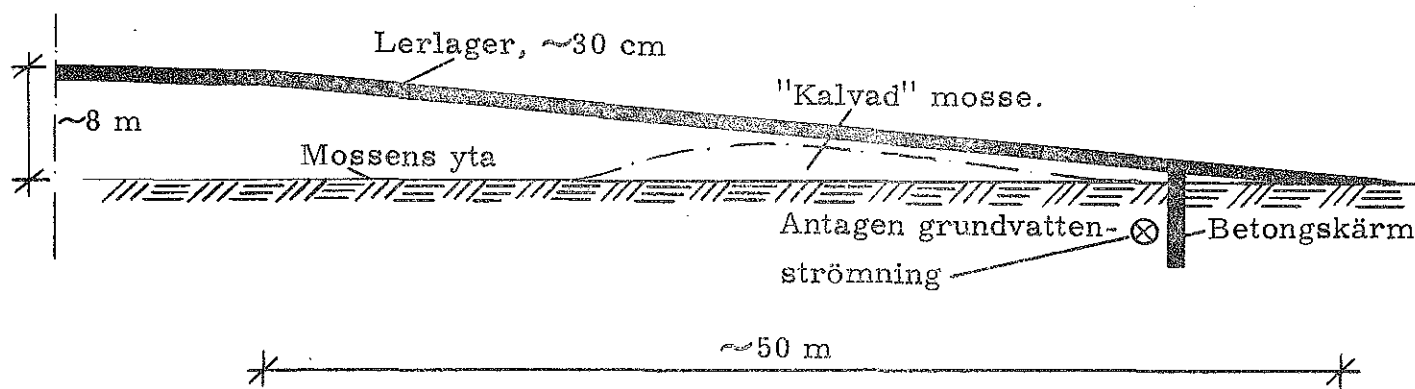


Fig. 10.3 (Snitt B-B, bil 10.2). Betongskärm (ledskärm)

I stället för en biologisk damm med luftning och klorering kan lakvattnet samlas upp i en mindre bassäng (Alt. B). Härifrån pumpas lakvattnet t ex via en plastledning för anslutning till kommunala avloppsnätet. För att förhindra problem med frysning lägges ledningen i den gamla tippkroppen på ca 1 m djup (fig. 10.4). Anslutningen till avloppsnätet kan ske vid den närbelägna kyrkogården.

En sammanfattning av ovanstående skulle kunna utgöra en plan för återställandet.

- 1) Deponering på skjutbanan samtidigt som deponeringen tillfälligt upphör i de södra delarna. (Förutsättes att tippområdet kan utökas genom nylokalisering av skjutbanan).
- 2) Bestämning av slutliga höjd- och lutningsförhållanden på tippen samt ytvattendiken.
- 3) Återfyllnad av bäcken med början norrifrån.
- 4) Slutlig planering av tippen samt tätning med början norrifrån. Ytvattendikena anläggs i takt med tippens iordningställande.
- 5) Hydrologiska och geotekniska undersökningar för att konstatera huruvida anläggandet av en betongskärm är realistisk.
- 6) Anläggandet av betongskärm och biologisk damm (Alt A) eller enbart damm (Alt B).

En bedömning av disponibel tippvolym bör göras för en uppskattning om tippens praktiska livslängd.

En biologisk damm med luftning och klorering renar naturligtvis lakvattnet, kanske främst då vad beträffar bakteriehalten. Dock kan man inte reducera den eventuella förekomsten av tungmetaller och närsalter. Närsaltarnas gödslande effekt nedströms tippen kan elimineras om man ansluter dammen till ett reningsverk.

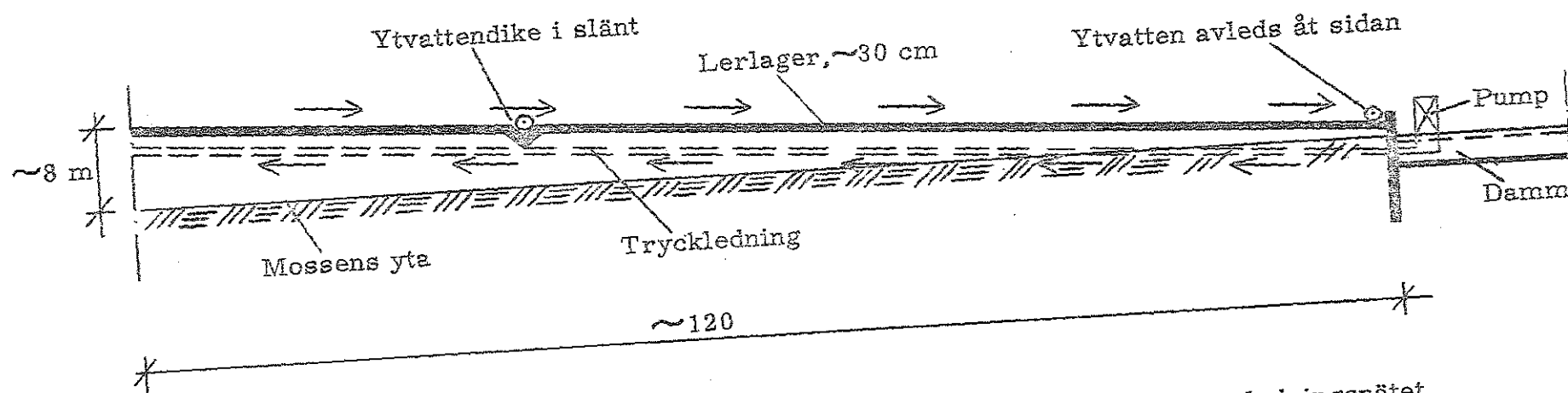


Fig. 10.4 (sek C-C, bil 10.2). Alt B. Mindre damm och tryckledning till avloppsledningsnätet.

De vanligaste behandlingsmetoderna på kommunalt avloppsvatten har ringa effekt på koncentrerat lakvatten. I en av VIAK utförd undersökning [14] förordar man dock sambehandling med vanligt avloppsvatten, där man har låga halter av tungmetaller. Likaså blir utspädningseffekten stor vid en sambehandling. Denna slutsats gäller säkerligen inte allt lakvatten, varför en grundlig analys av lakvattnets sammansättning förordas. Först därefter kan man ta ställning till den lämpligaste behandlingsmetoden.



Foto 10.1. Den horisontella tippytan.

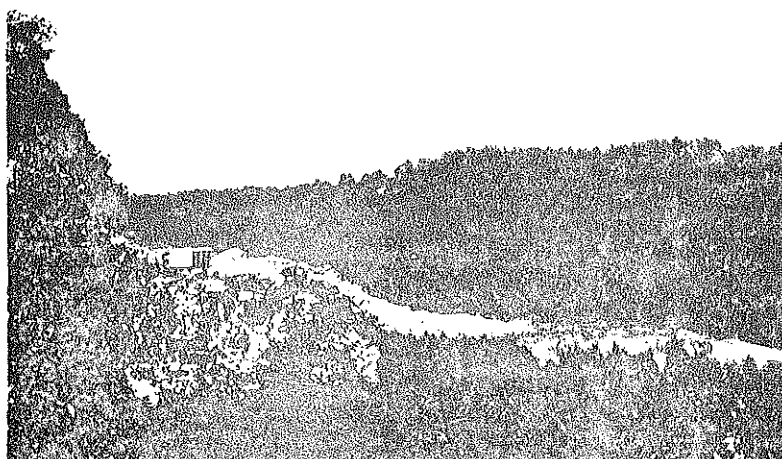


Foto 10.2. Tippens södra slänt.

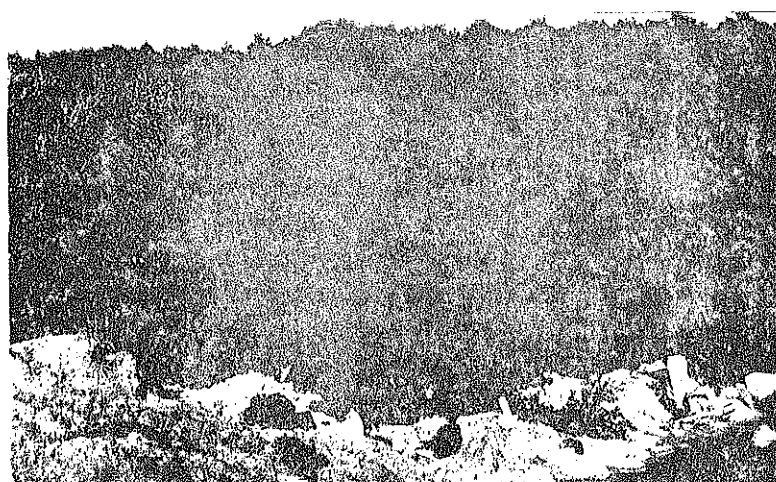


Foto 10.3. Sprickor i torvskiktet orsakade av "kalvningen".

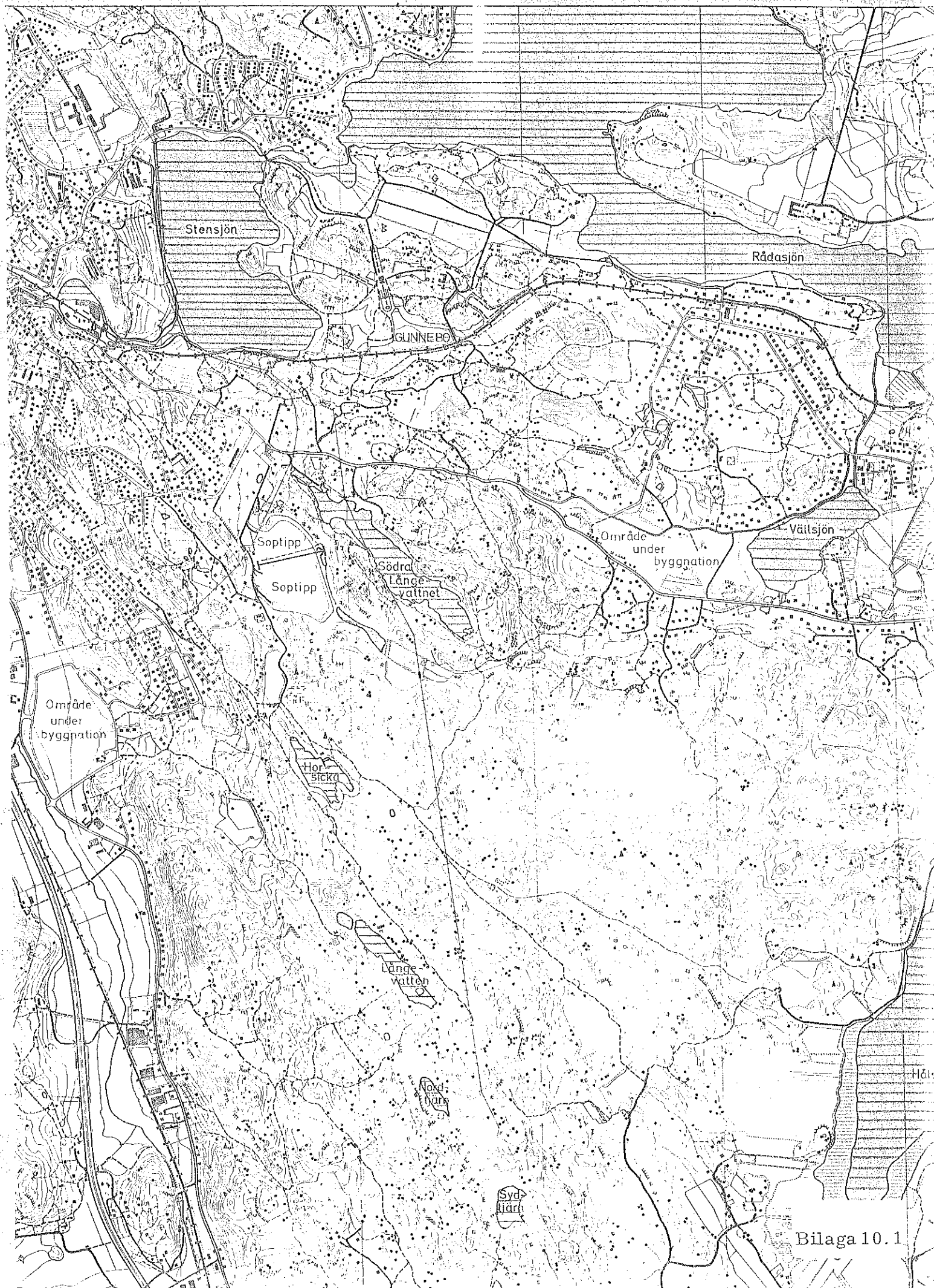




Foto 10.4. Såryta inom tippen.



Foto 10.5. Kemiskt avfall?

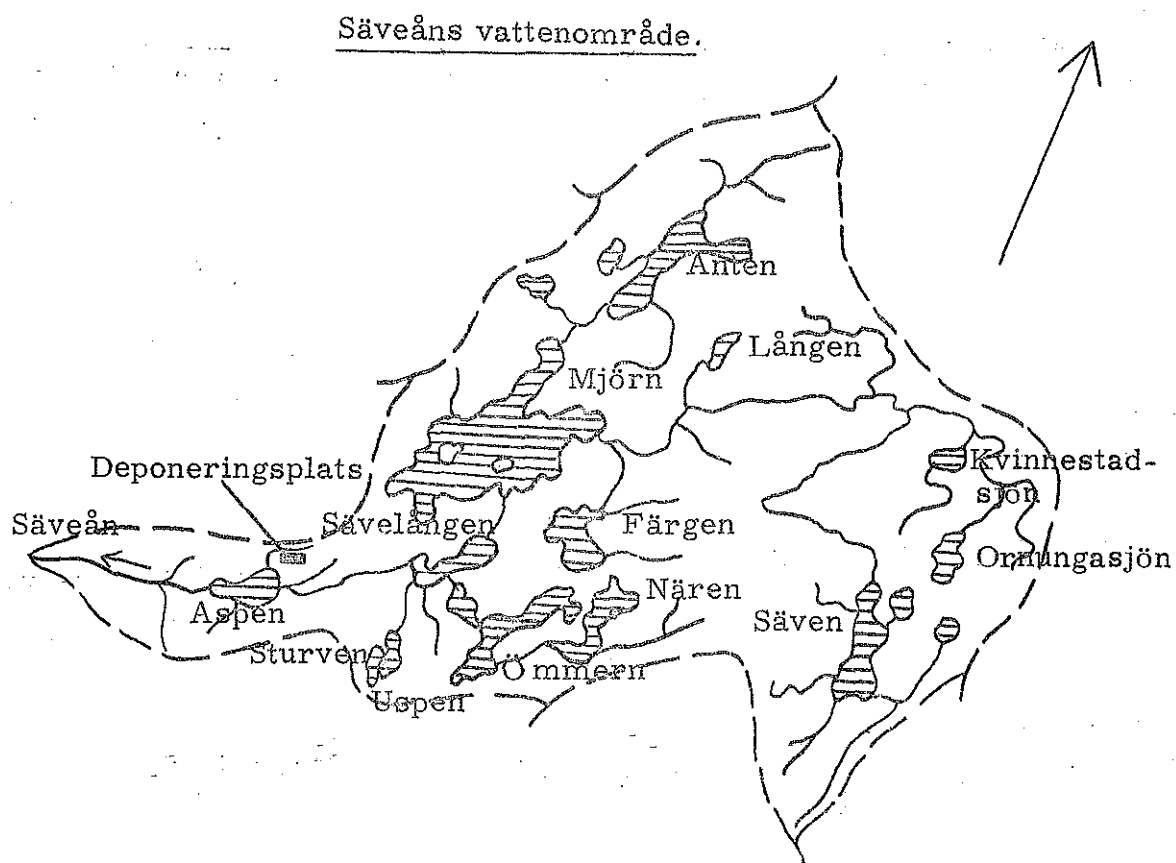
11. Lerums kommuns deponeringsplats vid Hultet.

Utredningar och andra handlingar som ligger till grund för studiet av deponeringsplatsen:

1/VIAK:Lerums kommun. Deponeringsplats vid Hultet.

Översiktlig principutredning 1972.

2/AVTAL avseende deponeringsplatsen Hultet mellan Lerums kommun och Ragn-Sells Renhållning AB.



0 10 20 30 km

Skala 1:500000

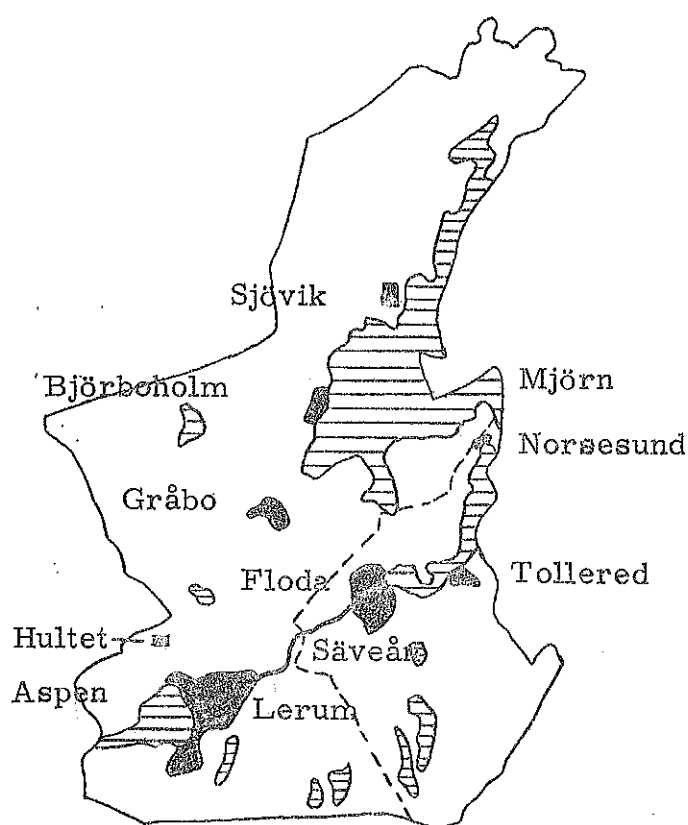
11.1 Situationsbeskrivning

Lerums kommun, belägen ca 15 km nordost om Göteborg, har i dag en folkmängd på 27.000 invånare, vilken år 1980 väntas ha stigit till 31.000 invånare.

Inom kommunen finns 3 större tipplatser. Två av dessa, belägna i Floda och Gråbo stängdes 1973-01-01 i samband med att en ny renhållningsplan antogs i kommunfullmäktige. För framtiden avses deponeringsplatsen vid Hultet 1:3 betjäna hela Lerums kommun. Tipplatsen är belägen ca 500 m öster om Olofstorpsvägen och ca 4 km nordväst Lerums centrum. Hultet kan karaktäriseras som en kontrollerad täcktipp och det avfall som numera är tillåtet att deponeras på denna plats är ofarligt och ej brännbart handels-, byggnads- och industriavfall samt trädgårdsavfall. Dessutom mottager även Hultet avvattnat avloppsslam från Lerums avloppsreningsverk. Kommunen sköter renhållningen genom entreprenörer. Ragn-Sells Renhållning i Lerum AB svarar för hela kommunen utom Floda, Tollered och Norsesund, där renhållningen ombesörjs av Herbert Eriksson (fig. 11.1).

11.2 Avfallets sammansättning

Från tippens tillkomst i början på 60-talet fram till 1972 års utgång utnyttjades Hultet för deponering av avfall från bostads-, handels-, hantverks- och industrifastigheter. Dessutom mottog Hultet även slam från kommunens reningsverk. I och med att den regionala förbränningsanläggningen i Sävenäs blev klar för mottagande av hushållsavfall och brännbart handels-, byggnads- och industriavfall skedde en reorganisation av kommunens renhållning. Från och med 1973-01-01 skall enligt kommunalt beslut omhändertagandet av avfall ske i enlighet med sammanställningen tab. 11.1.



----- = Gräns mellan Ragn-Sells Renhållning AB:s och Herbert Erikssons insamlingsområde.

Fig. 11.1 Karta över Lerums kommun angivande sjöar, större orter, Sävåån samt deponeringsplatsen vid Hultet

Tabell 11.1

<u>TYP AV AVFALL</u>	<u>DEPONERING</u>
A. <u>Ofarligt och ej brännbart handels- och byggnadsavfall</u>	<u>Hultet</u>
B. Brännbart handels- och byggnadsavfall	GRAAB
C. <u>Trädgårdsavfall</u>	<u>Hultet</u>
D. ^{x)} <u>Industriavfall</u>	a) Brännbart avfall till GRAAB:s anläggningar b) <u>Icke brännbart och ofarligt t. v. till Hultet</u>
E. Kontors- och affärsavfall	GRAAB via omlastningsstation
F. Hushållssopor	GRAAB via omlastningsstation
G. <u>Skrymmande avfall som utrangerade möbler, kylskåp, cyklar etc</u>	a) Brännbart avfall till GRAAB via omlastning. b) <u>Icke brännbart avfall till Hultet</u>
H. Överblivna läkemedel, giftiga eller eljest miljöfarliga preparat, oljerester, färgrester som förekommer i hushållssammanhang.	Hultet för vidare transport till central destruktionsanläggning
I. Skrotbilar	Hultet för vidare transport till destruktionsanläggning
J. Latrin	Alingsås avloppsreningsverk
K. <u>Slam från enskilda brunnar</u>	<u>Hultet t. v.</u>
L. <u>Slam från avloppsreningsverket</u>	<u>Hultet t. v.</u>
M. <u>Döda djur</u>	Djurkrematorium vid Sävenäs planeras.

^{x)} Ingår ej i renhållningsmonopolet

Tabell 11.2

	<u>Avfallsmängder</u>		<u>Uppgiftslämnare</u>
	<u>Tidpunkt</u>	<u>Mängd</u>	
Industriavfall	I dag	800-1000 m ³ /år	Inventering av VLAKE
Byggnadsavfall	1980	240 ton/år, vilket relativt sett innebär små volymer	"Stor-Göteborg, Avfallsutredning" under rubriken "Avfall från hamn- och anläggnings-verksamhet".
Slam	1980	16.000 m ³ /år	"Stor-Göteborg, Avfallsutredning" av år 1965.

Märk: Slamvolymen ovan är framräknad för en TS-halt av 4,5-7,0 %. Med den mekaniska avvattning till 17-20 % TS-halt som i dag sker minskar slamvolymen till ca 4000 m³/år. 1975 är kommunens reningsverk planerat att komplettöras med kemisk fällning, vilket innebär att slamvolymen blir ungefär den dubbla, dvs ca 8.000 m³/år vid avvattnat slam till ca 20 % TS-halt.

Vid besök på deponeringsplatsen fick vi den uppfattningen att tippmassor-
na väsentligt skiljer sig från de enligt uppgjorda bestämmelser tillåtna.
(Tab. 11.1 och bil. 11.2). De består till stor del av brännbart material
såsom papperskartonger, utrangerade möbler och brännbart byggnads-
avfall.

11.3 Deponeringsområdets beskrivning

Den i dag utnyttjade tipplatsens yta uppgår till ca 3,4 ha, men det finns
mark reserverad för totalt ca 9,5 ha. Deponeringsområdet är väl av-
skärmat av skog och ligger ca 500 m från närmsta bebyggelse. I det nu-
varande tippområdets norra del rinner en mindre bäck åt väster och av-
vattnar den öster om till tippen angränsande Ljungmossen. Bäckens av-
rinningsområde är redovisat i bil. 11.2 och uppgår till 67 har. Hultet av-
gränsas i norr av ett höjdparti, men i söder finns ingen markant avgräns-
ning. Bäckens vattendelare går genom tipplatsens södra del, vilket med-
för att en mindre del av tippen har avrinning söderut. En av oss utförd
jordartskartering av tippområdet och dess omgivning gav vid handen att
ytjordarten utgöres av en tät, rostbrun, lerig morän som överlagras av ett
humusskikt. De i norr och söder angränsande områdena består av ett tunt
lager morän på en berggrund som utgöres av gnejs.

En inre vattendelare har lokaliserats till det nuvarande tippområdets väst-
ra del (bil. 11.1, 2) där berget delvis går i dagen. Förekomsten av mos-
sar med vattenfyllnad året om i närheten av tippen indikerar ringa sprickig-
het i berget eller sprickor som är fyllda med tätt material.

11.4 Avrinningsförhållanden

Följande beskrivning av avrinningsförhållandena är baserad på:

- a) genomgång av berörda utredningar
- b) besök på platsen
- c) intervjuer med berörda personer och myndigheter

Vid okulär besiktning av tippområdet visade det sig att endast den äldre de-
len av den nuvarande tippen har täckts med ett ordentligt täckskikt. Detta

område har dock inte erhållit någon kontinuerlig lutning mot omgivande terräng, varför regnvatten har små möjligheter att avrinna som ytvatten. Det samlas nu i stället i svackor och man får en nästan fullständig infiltration genom tippen. Den avslutade tippningen av hushållsavfall inom områdets sydöstra del har täckts med ett jordlager men kontinuiteten i detta är otillfredsställande. Den nordöstra delen av tippen, där man huvudsakligen tippar byggavfall och trädgårdsavfall, är så gott som helt otäckt. Detta torde inte föranleda några större olägenheter ur direkt föroreningssynpunkt men i syfte att förhindra spridning av eventuellt uppkommande brand är täckning av avfallsmassorna ändock väl motiverad.

Budgetberäkning av lakvattenmängd (Jfr. 6:3)

Den totala tippytan uppgår till ca 3,4 ha. Om vi räknar med en årsnederbörd av 700 mm och en årsavdunstning av 350 mm får vi följande lakvattenmängd:

$$3,4 \cdot 10^4 \cdot (0,700 - 0,350) = 12.000 \text{ m}^3 \quad (0,4 \text{ l/s})$$

Denna vattenmängd kan innehålla stora mängder föroreningar och skall därför kanaliseras och omhändertas. För närvarande har inga som helst åtgärder vidtagits för att samla upp lakvattnet. Principförslag på åtgärder finns i en utredning från sommaren 1972 [20] och man planerar att vidta åtgärder enligt denna under år 1974 (bil. 11.2).

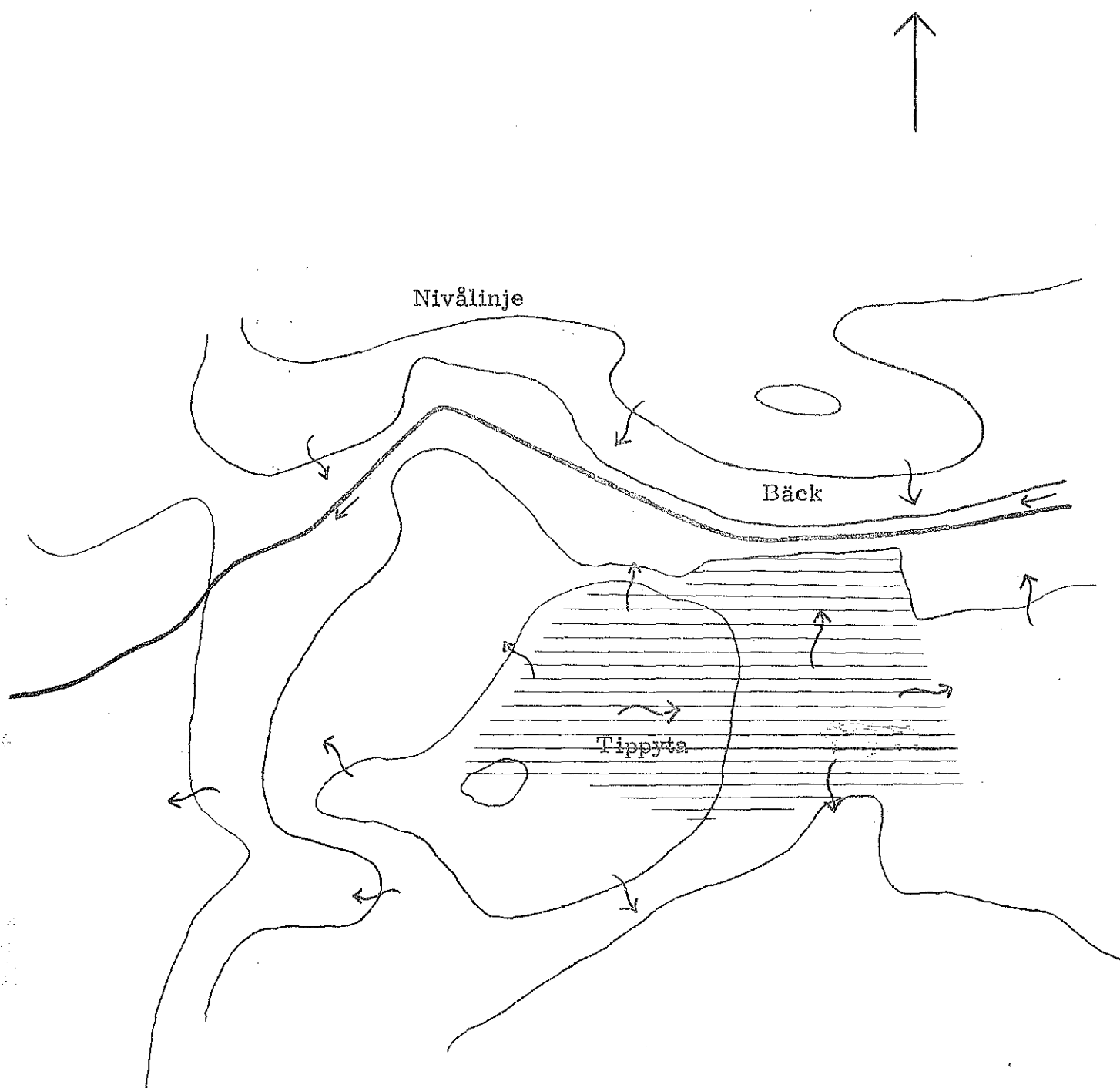


Fig. 11.2 Schematisk skiss angivande övrrinningsförhållandena på och omkring tippen.

Tippen dräneras och ytavvattnas (minimalt) till största delen mot bäcken. I och med att bäcken avvattnar mossen och dessutom norr om liggande del av avrinningsområdet sker en viss utspädning av det förorenade dränvattnet. Vattnet visades vid en inspektion vara klart och luktfritt i mossen öster om tippen. Längre ner i bäcken kunde man tydligt se brun- och gråaktiga flockar på botten och i vattnet. Vattnet var illaluktande.

I lågpunkterna öster och söder om tippen iakttogs stora illaluktande vattensamlingar av vilka de söder om är inestängda och endast kan försvinna genom avdunstning och infiltration. Även vattensamlingarna öster om tippen är i stort sett stillastående men viss avrinning förekommer till bäcken via ett dike (bil. 11.2). Den södra vattendelaren går till viss del genom tippområdet vilket medför att de södra delarna av tippen dräneras och ytavvattnas söderut. Tydliga exfiltrationsytor kunde här iakttas. Vattnet var brunfärgat och illaluktande och sipprade söderut till ett sankområde, där det blev stillastående.

Dessa vattensamlingar kanske inte är någon olägenhet på kort sikt, detta med tanke på berggrundens ringa sprickighet. På längre sikt kan de dock utgöra en fara, då det mycket smutsiga och bakterierika vattnet infiltrerar och okontrollerat transporteras med grundvattnet.

Exfiltrationsytor finns även i avrinningsområdets västra del, längs höjdslutningen mot inägorna (bil 11.2). Troligen har den inre vattendelaren skurit av förbindelsen med tippen, ty vattnet var klart och luktfritt.

Lakvatten från deponerat slam

En ytterligare ökning av den lakvattenmängd som tidigare beräknats utgör vattnet från det slam som deponerats inom tippen. En slaminvallning har gjorts i de södra delarna och en inom den norra delen. Den södra invallningen tycks vara planerad och välskött, dock kan invallningen avvattnas sydst ut, vilket ytterligare ökar problemet med vattensamlingarna i detta område. Inom de norra delarna av tippen, har på den redan avslutade tippen grävts stora gropar (~ 4 m djup och ~ 10 m diameter). Dessa har sedan fyllts med slam från Lerums avloppsverk (bil. 11.2). Denna åtgärd synes vara dålig planering, eftersom slamgroparna ligger nära tippens kant och dessutom i anslutning till bäcken, dit lakvattnet kan söka sig helt okon-

trollerat. Den årliga slammängden som uppskattningsvis har beräknats till ca 4000 m³ med en torrsubstanshalt av ca 20 % bidrager till att ge ett höggradigt förorenat vatten.

11.5 Yt- och grundvattentäkter

Efter samtal med föreståndaren av tippen och egna undersökningar torde inga yt- och grundvattentäkter i nära anslutning till deponeringsplatsen vara i bruk. Vid hussamlingen väster tippen finns en grävd brunn (bil 11.2). Vattenytan i denna var belägen ungefär en meter lägre än kringliggande mark. Omedelbart öster om brunnen fanns en exfiltrationsyta där vatten sipprade fram och ned mot brunnen. Exfiltrationsytan var rödbrun till färgen men vattnet var luktfritt. Rödfärgningen tyder på rikligt med järn i de övre skikten. Den öster om Hultet liggande Häcksjön(+87) tjänstgör som ytvattentäkt för Lerum, men den markanta höjdryggen (vattendelare) mellan denna sjö och deponeringsplatsen säkerställer att ytvattentäkten inte åsamkas någon förorening av lakvatten från deponeringsplatsen.

11.6 Tippens hantering och drift

Se sidan 119 : AVTAL avseende deponeringsplatsen, Hultet.

11.7 Planerade åtgärder [20]

Deponeringsplatsen tänkes bli indelat i fyra delområden (bil 11.2), varav delar av område IV under en övergångsperiod skall utnyttjas för mottagning och uppsamling av specialavfall och skrotbilar som därefter transporteras till regional destruktions- eller deponeringsanläggning. Hela tippområdet förutsättes, i likhet med vissa redan uppfyllda områden, kunna uppfyllas till nivån +123 m, vilket innebär att inom områdena I-IV totalt ca 400.000 m³ avfall kan uppläggas.

I område I har tidigare deponering av hushållsavfall skett. Då denna tippning avslutades planerades att täcka detta område med tätande täckmassor för att förhindra vatten att i större omfattning passera de äldre tippmassorna med risk för urlakning av dessa. Detta arbete har dock endast i viss utsträckning ännu genomförts. Det lakvatten som trots ovannämnda åtgärd

lämnar tippens södra del avrinner söderut där det blir stående i mindre vattensamlingar (bil. 11.2). Detta vatten planeras att uppsamlas i avskärande dräneringsdiken och ev återpumpas (bil 11.2). Tippning till slutlig nivå inom område I skall ske med byggnadsavfall, eftersom vatten som passerar denna typ av avfall utsättes för en relativt sett obetydlig förorening. I och med detta minskas eventuella olägenheter med avrinningen söderut från tippområdet.

För kanalisering av förorenat vatten från deponeringsområdet skall ett avskärande dräneringsdike utföras i anslutning till det slutliga tippområdets västra del (bil 11.2). Dessutom kommer de delar av tippen som ännu ej tagits i anspråk att djupdräneras. Det på detta vis uppsamlade vattnet leds vidare till en uppsamlingsdamm (bil 11.2) där det får genomgå behandling. Underhandsförhandlingar med länsstyrelsen tyder på att luftning kan utgöra nöjaktig reningsmetod. Kulvertering ca 800 m av bäcken genom Hultets norra del kommer i framtiden att hindra icke förorenat vatten från Ljungmossen att blandas med vatten som varit i direkt kontakt med tippen. Behandlingen av vattnet i uppsamlingsdammen blir på så sätt enklare att utföra, eftersom vattenmängden härigenom avsevärt reduceras.

Kulverteringen är även nödvändig för att kunna utnyttja hela områdena II och III. Om man vill säkerställa att inget förorenat vatten passerar in i kulverten måste denna göras helt tät. En billigare lösning av problemet torde vara det alternativa förslaget i principutredningen att avleda Ljungmossens vatten i ett ca 350 m långt dike till den bäck som från Häcksjöås avrinner i sydostlig riktning till Sävån. Det slam som deponeras inom Hultet måste behandlas med stor noggrannhet och särskild uppmärksamhet fästas vid problemet med dränvattnet från slamlagunerna. Dessa är planerade att vara väl dränerade och dränvattnet skall samlas i täta ledningar med efterföljande behandling för vidare befordran till recipienten eller för återpumpning.

För att bl a minska riskerna för spridning av eld om sådan skulle uppstå skall all tippning ske efter särskilt uppgjord plan och begränsas till mindre områden i taget, som avskärmas från intilliggande områden genom exempelvis strängar av schaktmassor. Varje litet område skall dessutom avslutas och övertäckas innan nästa tages i bruk.

11.8 Bedömning

Skötseln av deponeringsplatsen i Hultet kan knappast sägas överensstämma med de intentioner kommunen gett uttryck för. Kommunen har för avsikt att driva en väl kontrollerad täcktipp. Man har hitintills delat upp avfallet och placerat det inom olika områden (bil 11.2). En väldetaljerad tipplan (sid 119) finns, men den följes dåligt på ett flertal punkter, vilket belyses nedan. Några egentliga tätande jordskikt mellan de enligt tipplanen ca 3 m höga pallarna kan inte skönjas på något ställe inom tippen. Den avslutade hushållstippen är visserligen täckt med ett tunt jordlager men denna täckning är på intet sätt nöjaktig.

Byggnads- och trädgårdsavfallstippen överensstämmer med tipplanen så tillvida att pallar lagts ut och komprimerats i tjocklek om 2-3 m. Där- emot sker ingen successiv täckning av det deponerade avfallet. Resultatet av detta blir stora sårytor, som är särskilt framträdande vid tippkanten. De västra delarna av det nuvarande tippområdet är täckta med jord men som tidigare nämnts förekommer svackor, där vatten ansamlas, och härmed förhindras den ytavrinning som är av betydelse för att förhindra lakvatten- bildning. Man borde här fyllt upp och jämnat av den äldre delen av tippom- rådet med en svag lutning västerut från tippen, i stället för som nu då den förr lutar in mot byggnads- och trädgårdsavfallstippen i stället för ifrån.

De tidigare nämnda slamgroparna anser vi principiellt felaktigt hanterade. De är nämligen belägna i gamla tippmassor och då dessa är dränerande och ingen tätning av groparna skett, sker läckage av förorenat vatten.

Enligt renhållningstaxa 1973 skall avfallet bl a bestå av icke brännbart han- dels- och byggnadsavfall. Deponeringen utgjordes dock av övervägande brännbart sådant, vilket borde gå till Sävenäs förbränningsstation.

De kriterier som kännetecknar en god placering av en kontrollerad täcktipp och som omnämnts tidigare, hur stämmer dessa på deponeringsplatsen vid Hultet?

I det regionala avrinningsområdet (Säveåns) ligger tippen gynnsamt. Av bil 11.1 framgår att tippen är placerad i nära anslutning till vattendelaren. Detta medför långa flyttider för lakvattnet samt långsam men så småningom längre nedströms också effektivare utspädning. Vid denna typ av avfall, som

nedbryts relativt snabbt och kontrollerbart, är detta gynnsamt. Tippens placering i terrängen är omedelbart väster om en mosse, vilken avvattnas via en bäck i anslutning till själva tippet. Detta innebär att lakvattnet från tippet spädes med vattnet från mossen och det nordost om liggande delen av de lokala avrinningsområdet. En lämpligare placering hade varit i de inre delarna av avrinningsområdet. Härigenom kunde man lättare kanalisera lakvattnet före det utspäts och på så sätt erhållit en bättre rening.

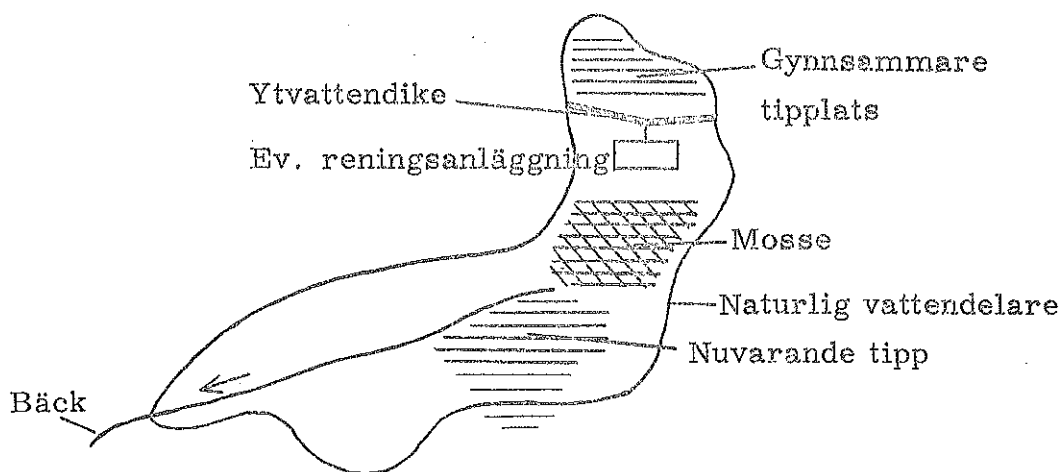


Fig. 11.3 Tippens placering i det inre av avrinningsområdet.

Avrinningsområdet där tippet är placerad avvattnas endast av en bäck (bil 11.1). Detta medför att spridningen av föroreningar relativt lätt går att kontrollera. Dock uppstår ett onödigt problem i och med att lakvattnet utspäds, vilket försvårar reningen avsevärt.

Ett alternativt förslag [20], vilket dock förkastats, förutsätter en jordvall i de östra delarna av tippet, som skär av bäcken. Tillsammans med denna jordvall skulle ett ca 350 m långt dike grävas i sydostlig riktning mot en bäck som avvattnas mot Säveån.

På detta sätt skulle Ljungmossens vatten förhindras att blandas med förorenat vatten från tippet.

Resultatet av det sista alternativet medför att tippet får ett betydligt bättre läge, yttre delen av avrinningsområdet, ingen eller liten vattenförande bäck

och som tidigare nämnts en god grund. Lakvattnet blir begränsat utspätt och därmed erhålls ett koncentrerat smutsvatten, vilket vore lätt att behandla (mindre mängd)

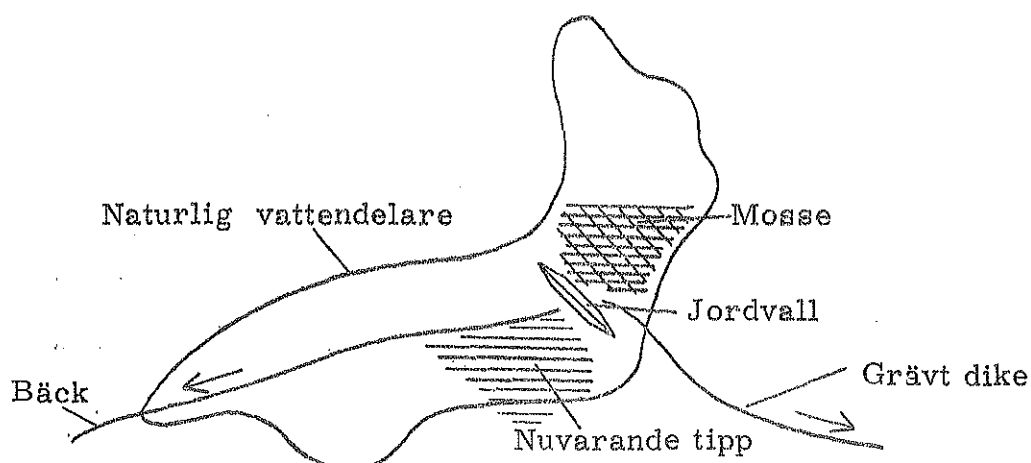


Fig. 11.4 Tippens placering i avrinningsområdet vid det alternativa förslaget.

Vid studier av protokoll hos den lokala hälsovårdsmyndigheten framgår att regelbundna inspektioner sker av deponeringsplatsen. Dessa inspektioner har utmynnat i påpekande till entreprenören att följa det avtal som stipulerats mellan parterna.

De observationer som vi gjort och redogjort för ovan tyder av allt att döma på att kommunen via sitt lokala hälsovårdsinstrument måste vidtaga betydligt effektivare bevakning vad beträffar skötsel av deponeringsplatsen.

Om de åtgärder vidtages, som angetts i "Planerade åtgärder" och en bättre överenskommelse mellan verklig skötsel och tipplan erhålls kan kommunen sägas ha en ur miljösynpunkt väl fungerande tipp.



Foto 11.1. Såryta vid hushållsavfallet.



Foto 11.2. Såryta vid trädgårds-, byggnads-, och industriavfallet.

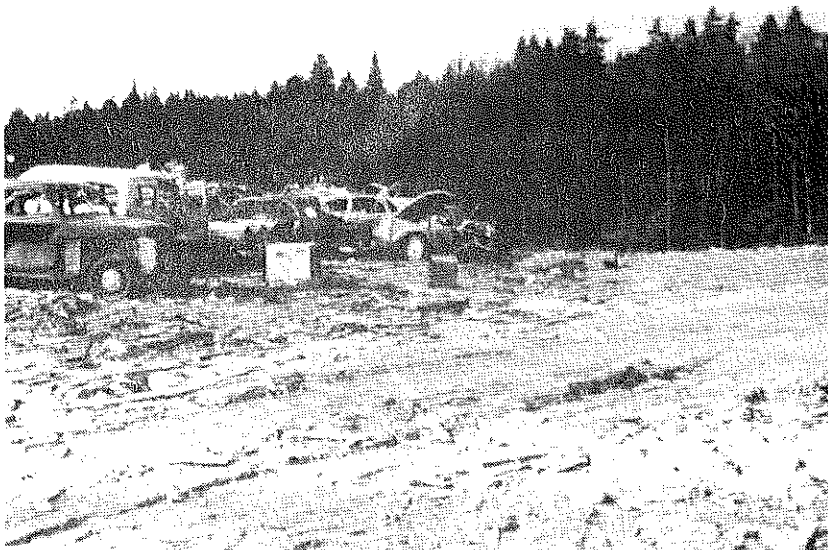


Foto 11.3. Insamling av skrotbilar.

AVTAL (Tipplan).

avseende deponeringsplatsen, Hultet.

Mellan Lerums kommun, genom dess Verkstyrelse, här nedan kallad styrelsen och Ragn-Sells Renhållning i Lerum AB, här nedan kallad entreprenören är följande avtal träffat.

1.

Allmänna bestämmelser.

Entreprenören åtager sig skötseln av kommunens deponeringsplats vid Hultet och har därvid att bedriva verksamheten enligt den plan över deponeringsplatsen Hultet som upprättats av VIAK på uppdrag av styrelsen samt att ställa sig till efterrättelse de anvisningar som lämnas av hälsovårdsnämnden och andra myndigheter.

2.

Entreprenörens åtagande.

Entreprenören åtager sig härmed :

1. att tillse att endast tippning av ofarligt och ej brännbart handels- och industriavfall samt byggnads- och trädgårdsavfall sker, då hushållsavfall och därmed jämförligt avfall fr. o. m. 1973-01-01 skall köras till GRAAB:s anläggningar för destruktion.
2. att dirigera avfallstransporterna och ordna avfallet så att det alltid tömmes inom av hälsovårdsnämnden och styrelsen utstakat eller anvisat område och till en genomsnittlig höjd av c:a 3 m.
3. att för tippning svara för erforderlig röjning m. m. inom anvisat område.
4. att täcka tippens översida och sidopartier med lämpligt täckmaterial.
5. att svara för alla kostnader av täckmassor.
6. att tillse att tippen efter avslutat arbete för dagen är väl täckt med undantag av själva sårytan.
7. att svara för erforderlig vinterväghållning från allmän väg.
8. att svara för alla kostnader för brandförebyggande åtgärder.

9. att emottaga skrotbilar för vidare behandling i destruktionsanläggningar till en avgift av 100 kr per st.

10. att emottaga överblivna läkemedel, giftiga eller eljest miljöfarliga preparat, oljerester, färgrester etc. som förekommer i hushållssammanhang och som uppsamlats i lämpligt emballage om kolli av högst 10 kg till en avgift av 5 kr per kolli.

11. att emottaga mindre kvantiteter oljor som uppsamlats i tät tank till följande avgifter:

0 - 10 l	5 kr
11 - 50 l	10 kr
där utöver	5 kr per påbörjad 50 l

12. att emottaga mindre kvantiteter färger, lacker m. m. som uppsamlats i tät tank till följande avgifter:

0 - 10 l	5 kr
11 - 50 l	10 kr
där utöver	5 kr per påbörjad 50 l

13. att på egen bekostnad avlämna skrotbilar, färger etc. till härför godkänd destruktionsanläggning.

14. att emottaga avvattnat slam från Lerums avloppsreningsverk samt eventuellt slam från enskilda avloppsanläggningar i den händelse någon annan destruktionsplats ej kan beredas.

15. att hålla området öppet och bevakat måndag-fredag kl. 07.00-16.00 samt lördagar kl. 10.00-12.00 och under dessa tider även mottaga sådant avfall som ej transporteras genom entreprenörens försorg.

16. att när verksamheten upphör för dagen låsa områdets inhägnad.

3.

Kommunens åtagande.

Kommunen åligger:

att upplåta mark för tippning inom deponeringsplatsen

att underhålla befintliga inhägnader

att bekosta rättgift och svara för annan skadedjurs bekämpning

SÄVEÅNS VATTENDELARE

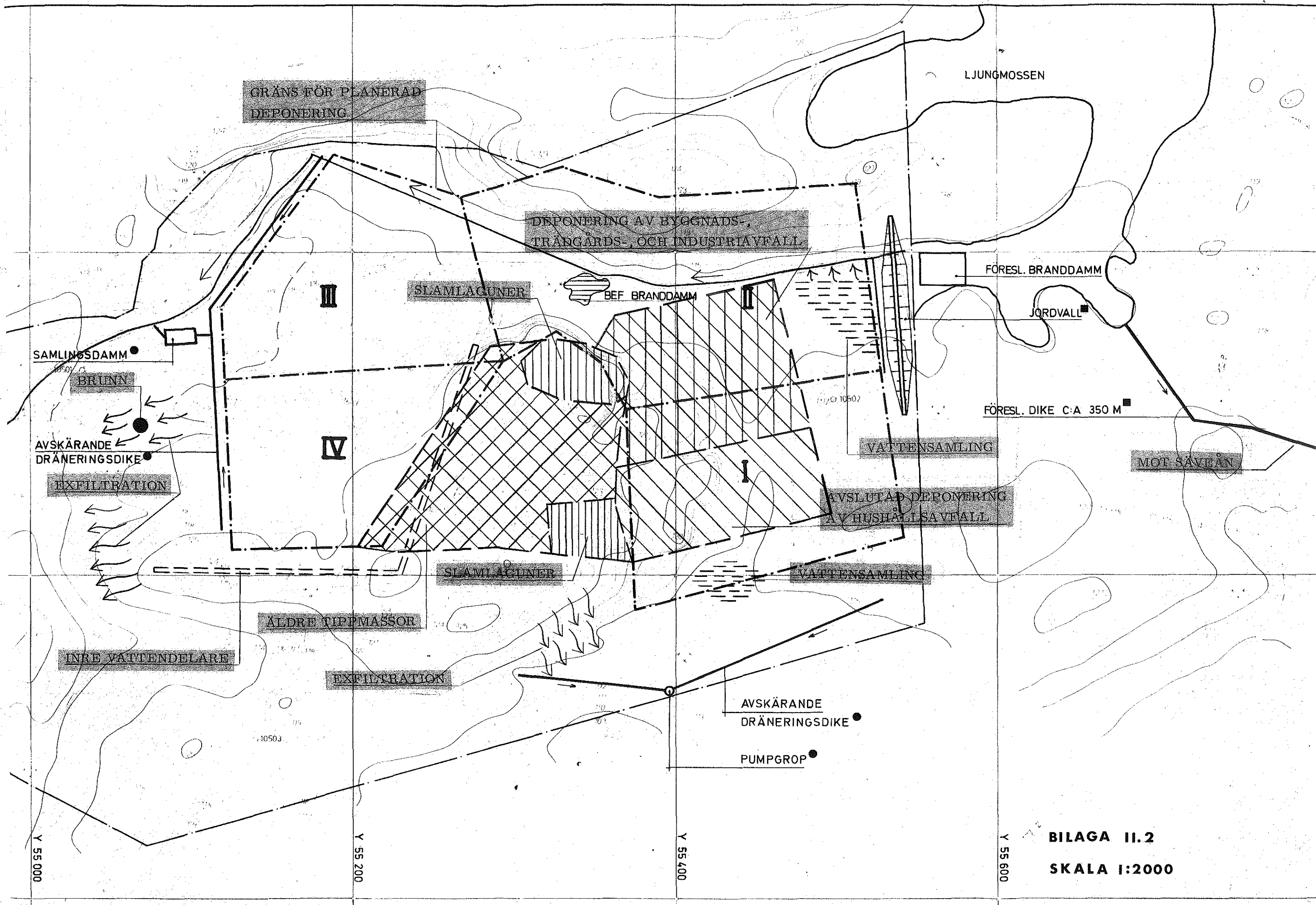
VATTENDELARE

Aspen
1:25

PILAGA II.1

SKALA 1:20000

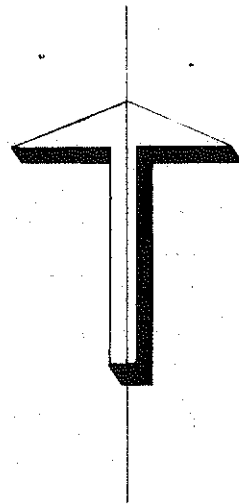
Aspen



BILAGA II.2
SKALA 1:2000

● = PLANERADE ÅTGÄRDER

■ = SLOPAT FÖRSLAG



TILLFARTSVÄG

HULTET 1:3

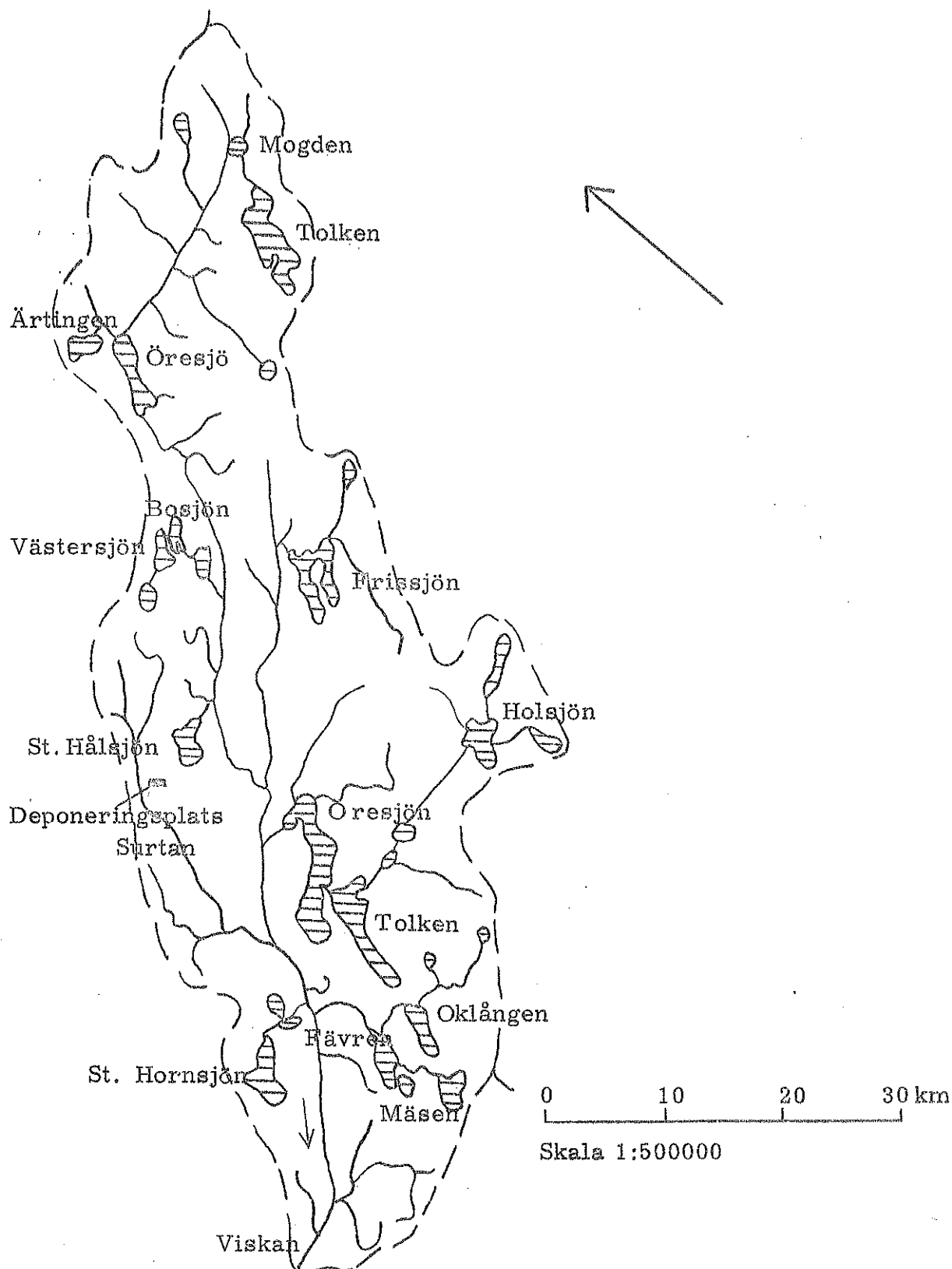
Y 54 800

12. Marks kommuns deponeringsplats på fastighetenBerghem 8:3.

Utredning som ligger till grund för studiet av
deponeringsplatsen:

1/Markkonsult AB: Marks kommun. Avfallshantering.

Översiktlig utredning 1973.

Viskans vattenområde.

12.1 Situationsbeskrivning

Huvudorterna i Marks kommun, Kinna och Skene, är belägna ca 5 mil sydost Göteborg och ca 3 mil sydväst Borås. Kommunen tog för två år sedan i bruk en nyanlagd deponeringsplats på fastigheten Berghem 8:3 som ligger ca 4 km nordväst Skene och 500 m söder om vägen mot Göteborg (bil 12.1). Deponeringsplatsen tar hand om alla avfallstyper (tabell 12.1) och anläggningens huvuddelar är dels en sopförbränningsstation, vars kapacitet enligt tillverkaren är ca 3 ton/timma, och dels själva tippen, vilken är tänkt att fungera enligt principen kontrollerad täcktipp. Kommunens folkmängd och inom kommunen producerade avfallsmängder dels för dagsläget och dels en prognos för 1980 och 1990 framgår av tab. 12.1. Därvid bygger uppgifterna om avfallsmängder på inventeringsuppgifter lämnade av Gatukontoret i Marks kommun. Prognosen har utförts av Markkonsult AB, Borås varvid hushållsavfallet beräknas öka med 4 % under 70-talet och 3 % under 80-talet. Industri- och handelsavfallet har beräknats genom en årlig ökning av 3 % under prognosperioden.

12.2 Avfallets sammansättning

Tabell 12.1

<u>1. Folkmängd</u>		1973	1980	1990
Totalt		29422	31000	33000
Därav till renhållning ansluten		20000	22000	24000
<u>2. Hushållssopor från permanent-och fritidsbebyggelse</u>				
Antal tömningar(160 l säckar) 508000				
Avfallsvolym(80% fyllnadsgrad)	m ³ /år	65024	85500	115000
"	m ³ /dag	260	342	460
Sopornas vol. vikt=150 kg/m ³ =				
=c:a 21 kg/säck				
Avfallsvikt	ton/år	9754	12800	17200
"	ton/dag	39	51	69
"	ton/tim	4,9	6,4	8,6

3. Förbränning av avfall i ugn x/

Hushållsavfall, volym	m ³ /år	55000	85500	115000
" "	m ³ /dag	220	342	460
" "	m ³ /tim	29	21	29
Hushållsavfall, vikt	ton/år	8250	12800	17200
" "	ton/dag	33	51	69
" "	ton/tim	4,4	3,2	4,3

4. Återstod aska, slagg

C:a 10 %	m ³ /år	5500	8550	11500
	m ³ /dag	22	34	46

5. Handels- och industriavfall

Avfallsvolym	m ³ /år	37500	46100	62000
"	m ³ /dag	150	185	250
Sopornas vol. vikt=200 kg/m ³				
Avfallsvikt	ton/år	7500	9200	12400
"	ton/dag	30	37	50

6. Kemikalier, giftavfall

		1973	1980	1990
Avfallsvolym	m ³ /år	20	30	40

7. LatrinPermanent bebyggelse

<u>Permanent bebyggelse</u>		1973	1990
Antal utplacerade 45-liters			
kärl	st	500	500
Tömning:26 ggr/år			
Totala antalet tömningar	st	13000	13000
Volym(fyllnadsgrad 50%)	m ³ /år	290	290

Fritidsbebyggelse

Antal utplacerade 45-liters				
kärl	st	1000	1500	
Tömning: 19 ggr/år				
Totala antalet tömningar	st	19000	28500	
Volym(fyllnadsgrad 50%)	m ³ /år	425	640	
<u>Summa latrinmängd</u>	m ³ /år	715	930	

8. Avloppsslam från kommunala reningsverk

Skene, Horred, Sättila, Rydal,

Torestorp, Öxabäck, Björketorp	m ³ /år	13800	15000
--------------------------------	--------------------	-------	-------

9. Avloppsslam från slamavskiljare

Totalt	m ³ /år	4000	6000
--------	--------------------	------	------

10. Olja

Spillolja	m ³ /år	20	40
-----------	--------------------	----	----

Oljebemängd jord	m ³ /år	300	300
------------------	--------------------	-----	-----

x/ Uppgifter i pkt 3 för 1973 avser drifttiden 7,5 tim

" " " " " 1980, 1990 avser drifttiden 16 tim

12.3 Deponeringsområdets beskrivning (bil 12.1)

Terrängen, inom vilken deponeringsplatsen ligger, är relativt kuperad och förekomsten av mossar är stor. Tippområdet består av morän- och mossmark samt berg i dagen. Undersökningar [18] visar att mossen har ett djup varierande mellan 1,5 - 5,5 m till fast botten, som i huvudsak består av morän. Mossen har en skålförmig fördjupning inom tippområdet med ett största djup vid gränsen västerut om ca 5 m.

Det nuvarande tippområdet begränsas i norr och söder av massiva höjdpartier. Mellan dessa höjdpartier utbreder sig en mosse, som från tippens östra del avvattas västerut mot Holkedamm (bil. 12.1) och därifrån till Surtan. I det nuvarande tippområdets östra del ansluter en mosse som avvattas mot sydost och utflödet kommer därvid inte i kontakt med tippens. Mellan de båda mossarna sträcker sig en höjdrygg i nord-sydlig riktning, som utgör en naturlig vattendelare i dagens läge.

Mossen visade sig vara mycket vattensjuk, speciellt i anslutning till tippens såret väster ut. De massor, som hittills deponerats på mossen har medfört att mossen konsoliderat, vilket har resulterat i en dränering av mos-

sen västerut. Konsolideringen kan observeras när man står i tippens sydvästra del och jämför höjden ute i mossen västerut med höjden invid tippsåret. Några egentliga vattendrag passerar inte tippområdet. Där-
emot utgör mossen där tippen ligger upprinningsområde för bäcken mot Holkedamm. Den egentliga bäcken kunde först påträffas öster Långare-
kärr, men vattensamlingar kunde dessutom iakttas i tippens västra del (bil. 12.2). En del var stillastående och en del avvattnades med ett svagt flöde västerut mot bäcken.

Deponeringsplatsen ligger i Holkedammens avrinningsområde, som har en yta på ungefär 130 ha. Av bil 12.1 framgår att deponeringsplatsen ligger i det inre av avrinningsområdet.

Tippen, som är belägen invid gamla vägen mellan Härryda och Skene har ett avstånd till närmaste större bebyggelse på ca 2 km. Ett mindre antal gårdar finns på betydligt kortare avstånd. Långarekärr t. ex. ligger endast på ca 500 m avstånd.

Eftersom deponeringsplatsen ligger i anslutning till en nedlagd kommunikationsled, som numera till största delen utnyttjas för soptransporter, kan insynsförhållandena sägas vara gynnsamma.

Den nuvarande tippen har en yta av ca 2,8 ha och förväntas år 1982 ha en yta av ca 4,5 ha. Genom ytterligare markförvärv kan täcktippsytan ökas med ca 3 ha i framtiden.

12.4 Avrinningsförhållanden

Följande beskrivning av avrinningsförhållanden i själva tippområdet är baserade på:

- a) genomgång av berörda utredningar
- b) besök på platsen
- c) intervjuer med berörda personer och myndigheter

Som tidigare nämnts och som framgår av bil 12.1 ligger tippen i de inre delarna av Holkedammens avrinningsområde. Dessutom är tippen placerad mellan två inre naturliga vattendelare (bil 12.1). Det ytvattendike, som

grävts (bil 12.2) för att leda bort ytvattnet från områden mellan själva tippgränsen och vattendelaren har inte givit önskat resultat. Tippens för närvarande låga uppfyllnadshöjd gör att ett bortledande av allt ytvatten utanför dagens tippgräns inte låter sig göras på grund av de topografiska förhållandena. Den nuvarande tippytan ligger ca 3 m över mossens yta och är nästan horisontell, främst i de västra och sydliga delarna.

Den effektiva årsnederbörden, som faller inom det i bil 12.2 markerade området kommer för närvarande på ett eller annat sätt att passera tippen. Vid okulär besiktning visade det sig att tippytan var täckt med ett lager av jord samt till vissa delar av en blandning av aska (från sopförbränningsstationen) och sand. För att få en uppfattning om den mängd vatten, som passerar tippen kan en budgetering göras, vilken ger följande: (Jfr 6.3).

Tippens nederbördsområde är ungefär 5.4 ha (bil 12.2). Årsnederbörden kan beräknas vara ca 850 mm och årsavdunstningen kan uppskattas till 400 mm. Med tanke på att tippen är täckt med relativt tätt täckmaterial är kanske avdunstningen något större men vi anser att ett approximativt värde på infiltrationen kan erhållas med ovanstående ingångsdata.

Antal $\text{m}^3/\text{år}$ infiltrerat vatten blir då:

$$5,4 \cdot 10^4 \cdot (0,850 - 0,400) = 24.000 \text{ m}^3/\text{år}$$

Lakvattnets spridning

Den enligt ovan beräknade lakvattenmängden får anses vara förorenad, när den ~~passerar~~ tippen och söker sig genom mossen ner mot Holkedamm. Vid besiktning av vattensamlingarna i anslutning till tippens västra begränsning visade sig vattnet vara mörkt till färgen, skummande samt latrinlukande. Detta har sin förklaring eftersom det förekommit latrintippning i grävda gropar (bil 12.2). När dessa gropar var fyllda skulle de täckas över med fyllningsmassor, vilket resulterade i att groparna svämmade över och latrinet sökte sig ner till mossen och vidare mot Holkedamm. Numera förekommer ingen tippning av latrin. Färdigställandet av latrin- och slamlaguner pågår och tills dessa är klara sker tippning på en äldre tippplats. Med korrekta och väl fungerande ytvattendiken skulle tippens nu-

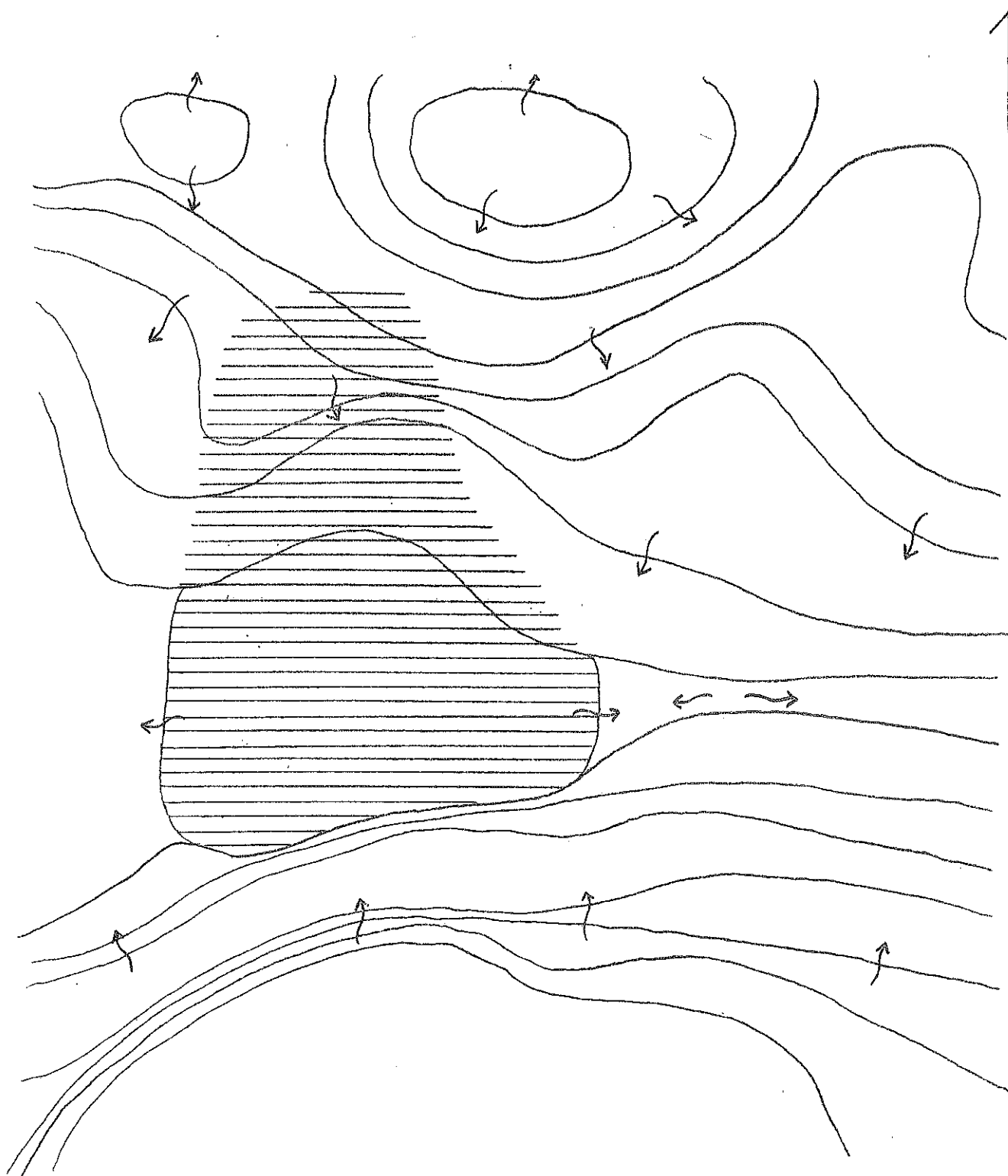


Fig. 12.1 Schematisk skiss angivande avrinningsförhållandena på och omkring tippen.

varande nederbördsområde kunna minskas betydligt. Härmed borde den föroreande vattenmängden reduceras, vilket underlättar en eventuell rening. Nuvarande tipp begränsas som tidigare nämnts av mossmark i väster. Det förorenade yt-, lak- och dräneringsvattnet sprider sig okontrollerat ut i mossen, vars vatten har en svag gradient väster ut mot bäcken som leder till Holkedamm. Det fysikalisk-kemiska provet (sid 134) som tagits i närheten av tippet är troligtvis ej representativt för lakvattnet. Det kan förmodas att latrinmissödet har påverkat resultatet. För att kunna föreslå en lämplig behandlingsmetod på det förorenade vattnet bör kontinuerlig provtagning ske för att rättvisande analysresultat skall erhållas.

Några exfiltrationsytor eller vattensamlingar, frånsett de i mossen, kunde inte påträffas.

12.5 Yt- och grundvattentäkter

Vattnet i Holkedamm samt i den därifrån mot Surtan gående bäcken används som dricksvatten av betande kreatur. Den nuvarande tippet kan genom icke renat yt-, lak- och dräneringsvatten förorena denna ytvattentäkt. De klagomål, som erhållits från markägare och övrig allmänhet måste beaktas. Genom att ta vattenanalyser längs bäcken mot Holkedamm, i Holkedamm samt i bäcken mot Surtan kan vattnets föroreningsgrad kartläggas. Den nuvarande skötseln av tippet kan medföra svårigheter att lokalisera det förorenade vattnet då det sprider sig på stor bredd i mossen väster ut. Några vidtagna åtgärder i form av avskärande diken har inte gjorts efter drygt två års tippning.

Vid djupborrning efter grundvatten i samband med byggandet av sopförbränningsstationen nordost tippet erhöles vatten först på ca 70 m. Detta indikerar att ytberget är relativt sprickfritt [18].

Lakvatten kan därför ha svårt att infiltrera ner till berggrundvattnet och den vägen spridas i okontrollerbara riktningar. Likaså kan man se att vattenytan lokalt i mossen står mycket högt, vilket antyder att jordlagren och/eller berggrunden är tät. Härmed försvåras troligen infiltrationen genom moränen och därifrån genom bergets sprickighet ned till grundvattenmaga-

sinet. Ovanstående påståenden måste dock verifieras genom en geohydrologisk undersökning vad beträffar avrinningsförhållandena.

Vid Långarekärren, nedströms tippen, finns en grävd brunn. Vattnet i denna har enligt ägaren inte erhållit någon smakförsämring sedan tippen började användas.

12.6 Tippens hantering och drift

Den nuvarande tippningen sker i lager om cirka 2 meter, vilka tätas med ett jordlager och/eller en blandning av aska och sand. Deponeringsgången pågår fortfarande på den understa pallen, vilken på en bred tippfront byggs upp från öster mot väster. Tippningen har påbörjats direkt på mossen, vilket medfört att en del av tippmassorna ligger under vatten. En tippskötare anvisar tippplatsen och komprimerar avfallet med en mindre bandtraktor. Enligt ursprungliga beräkningar skall allt hushållsavfall liksom 70 % av övrigt avfall deponeras. Detta har man inte uppnått utan tippen får ta emot betydligt mer än 30 % av övrigt avfall.

Den speciella industritippen ligger i områdets norra del (bil 12.2). Här dominerar tyg, trassel samt papper, alltså ett eldfängt material. Den stora tippen mottager allt övrigt avfall såsom trädgårdsavfall, byggnadsavfall, papper, utrangerade möbler osv, vilket således ger en mycket brokig flora av avfall. En mycket stor del av avfallet är brännbart. Detta borde i stället behandlas i förbränningsstationen. På grund av tidigare gjorda missstag (kap 12.4) vad beträffar hanteringen av latrin och slam deponeras för närvarande inget sådant avfall inom tippen. Det pågår nu planering av slam- och latrinlaguner i områdets nordöstra del. Dessa kommer att tagas i bruk inom en snar framtid och resulterar då i en mera rationell skötsel av tippen.

Spillolja omhändertas i två behållare om vardera 10 m³ i väntan på transport till behandlingsplats.

Kemiskt avfall insamlas och lagras i tippens norra del (bil 12.2). Då kommunen ännu inte har erhållit möjlighet att bli kvitt detta avfall har man ansett sig nödsakad att vid tillfällen, då lagret blivit alltför omfattande, deponera det farliga avfallet tillsammans med övrigt avfall. Detta måste anses

vara en mycket olycklig lösning. Vi är medvetna om de betydande problem som den enskilda kommunen har vad beträffar omhändertagande av kemiskt avfall men vi anser att man här borde satsa pengar på en mer tillfredsställande lagring i avvaktan på regionala anläggningar med resurser för behandling av kemiskt avfall.

Aska och slagg från sopförbränningsstationen deponeras öster om tippen (bil 12.2). Täckning sker med sand. Härigenom släcker man askan och slaggen, vilket minskar risken för brand. När askan och slaggen svalnat använder man den som täckmaterial på tippen.

Av brandmyndigheten föreskriven brandgata har anlagts runt deponeringsplatsen på en bredd av 20 m. Dessutom finns anlagt en branddamm i anslutning till sopförbränningsstationen (bil 12.2).

Några ytvattendiken eller avskärande diken har ännu inte grävts. Ett mindre ytvattendike har anlagts inom tippens östra del i nord-sydlig riktning. Detta dike samlar visserligen in en del ytvatten som dräneras från området öster ut men diket mynnar inom tippen. Härigenom möjliggörs infiltration och därmed ytterligare urlakning.

Tippens yta ligger också relativt horisontellt, vilket underlättar infiltration. Detta leder till en mycket vattenbemängd tipp åtminstone i det undre lagret. Tippmassorna (papper, möbler) har också möjlighet till att suga upp vatten från mossen samtidigt som ytvatten infiltrerar ner genom tippen. Vilket av dessa fenomen som är dominerande beror på aktuell väderlek samt täckskiktets täthet. Under mycket torra perioder torde uppsugningen vara dominerande och under regnperioder kommer säkert det hittills tunna lagret att till största del innehålla infiltrerat vatten. Det nuvarande sättet att sköta deponeringsplatsen samt val av plats kommer senare att diskuteras.

12.7 Planerade åtgärder [18]

Kommunen har som tidigare nämnts för avsikt att driva deponeringen inom Berghem enligt systemet kontrollerad täcktippning. Eftersom tippområdet avvattas åt väster planeras att anlägga ett avskärande dräneringsdike vid tippens västra släntfot. Här kommer förorenat lakvatten från tippen att samlas upp för vidare bortledning till en biologisk damm. Den uppnådda reningseffekten föreslås bli förstärkt med en syresättningsanläggning samt klorering av utgående vatten till recipienten Holkedamm.

Den biologiska dammen har en dimensionerad yta om 2000 m^2 och klarar då belastningen vid full utfyllnad av tippen. Utöver lakvattnets rening har dammen även till uppgift att fördröja kraftigare regnvattenflöden. I motsats till förfarandet vid nuvarande tipphantering skall enligt den översiktliga utredningen pallarna läggas i sådan lutning att ytvattenavrinningen underlättas. För att öka fukthalten från den naturliga 20-30 % till 50-60 % och därigenom förbättra betingelserna för biologisk nedbrytning av avfallet har utredningen föreslagit en pumpstation i anslutning till biodammen. Pumpstationen återpumpar lakvatten till täcktippen, vilket sker innan avfallsmassorna täckes, dvs till själva tipsåret.

Även om lakvatten behandlas vill man undvika att icke förorenat ytvatten kommer i kontakt med tippen. Detta skulle nämligen öka belastningen på reningsanläggningen. För att förhindra den omgivande terrängens ytvatten att rinna in i tippområdet föreslår utredningen att ytvattendiken anläggs längs tippens kanter, (bil. 12.2). Tätning av dessa diken sker med ej vat-tengenomsläppligt jordmaterial. Dessa diken skall utföras i etapper och flyttas högre upp mot omgivande terräng allt eftersom tipphöjden växer. I detta sammanhang bör påpekas de svårigheter som uppstår vid anläggning av ytvattendike i anslutning till det branta bergstupet i söder.

De partier av täcktippen som i ett slutstadium kommer att ligga högre än omgivande terräng, alltså i huvudsak de östra och västra delarna skall erhålla släntlutningen 1:2 för att efter tippens återställande reducera infiltration och härtill hörande urlakning av tippkroppen. Den slutliga tippytan förutom slänterna föreslås helt horisontell, vilket kan tyckas olämpligt om man vill förhindra infiltration av regnvatten.

De laguner som nu står färdiga för omhändertagande av latrin och slam har i botten ett 30 cm tjockt dränerande sandskikt och däröver ett 50 cm tjockt tätande lerskikt. Från sandskiktet skall dränvattnet ledas via en plastledning till ett mot söder gående dike. Denna anläggning torde fungera bra som tillfällig lösning tills dess latrinavfall och avloppsslam omhändertas i det utbyggda avloppsreningsverket i Skene.

De av brandmyndigheterna påfordrade brandgatorna har minskat tillgänglig tippningsvolym väsentligt. Man har därför ansett att ytterligare markförvärv är nödvändigt (bil 12.1). Med motsvarande framtida täcktippsmöjligheter och med en beräknad uppfyllnadshöjd av ca +23 m fås en tillgänglig volym om ungefär 625.000 m³. Med förbränning av hushållssopor i kombination med drivande av en kontrollerad täcktipp skulle den senare vara tillräcklig fram till år 1990. Efter avslutad tippning föreslås plantering av skog på det återställda tippområdet.

12.8 Bedömning

Deponeringsplatsens lokalisering till en mosse kan medföra en mängd olägenheter. Mossens bärighet är ringa, och när man erhållit full höjd (23 m ovan mossytan) kan en stor del av tippkroppen beräknas ligga under vatten. Den stora belastningen på underliggande mosslager innebär risk för att dessa pressas ut mot omgivande terräng. En planerad markbroms i tippens västra begränsning kan förhindra utpressning av tippmassor i mossen (bil 12.1).

Deponeringen av avfall direkt på mossens yta medför att de understa lagren under den regniga perioden helt ligger under vatten. Detta medför att nedbrytningsprocessen försvåras eller helt uteblir, och en omfattande urlakning av avfallsmassorna uppstår. Detta kunde förebyggts om man före deponeringen fyllt upp mossen med ett dränerande material till högsta grundvattenytan och därpå lagt ut ett lager tätt material. Först därefter borde deponering av avfallsmassor ha inletts.

Tippens placering i avrinningsområdet kan anses vara lämplig. Deponeringsplatsen ligger i det inre av avrinningsområdet (bil 12.1) där den delvis omges av inre vattendelare. Detta medför långa flyttider men samtidigt långsam utspädning under transport mot Holkedammen. Vid denna form av

avfall torde detta vara gynnsamt. När den biologiska dammen är klar, är lokaliseringen till det inre av avrinningsområdet av mindre betydelse. Det "renade" vattnet kan trots allt inte anses som ofarligt, varför den ovan nämnda flyttiden är av betydelse. Likaså får man mindre ytvattenmängder att avleda genom att vattendelarna ligger nära tippet, (bil 12.2).

Tippet ~~verkar~~ skötas på tillfredsställande sätt. Dock bör kommunen tillse att det kemiska och giftiga avfallet omhändertas på ett miljötek- niskt mer tillfredsställande sätt.

Med de åtgärder som ovan nämnts under "planerade åtgärder" torde tippet kunna anses fungera som en kontrollerad täcktipp och på så sätt utgöra ett nödvändigt komplement till sopförbränningsstationen, vad gäller behandling av brännbart avfall.

ANALYSPROTOKOLL

Utfört av : Åke Lindgrens Ingenjörbyrå, Borås.

Uppdragsgivare : Marks kommuns hälsovårdsnämnd, Fack, 511 01 Kinna 1

Prov på : Pressvatten från industritippen vid Marks kommuns renhållningsstation. Provet taget den 12/2 1973 kl 1000 av ingenjör Johnsson, Markkonsult.

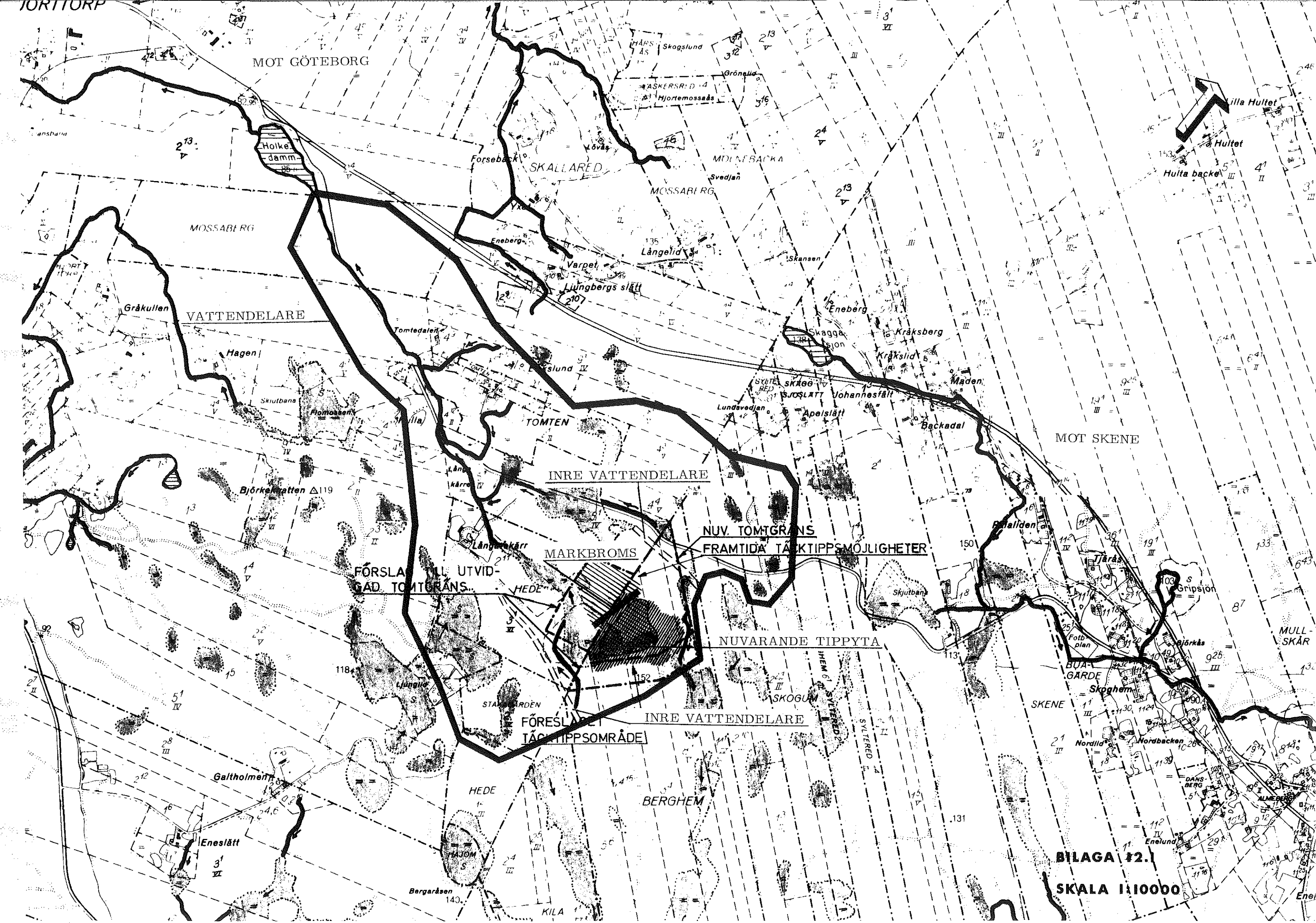
Analysresultat :

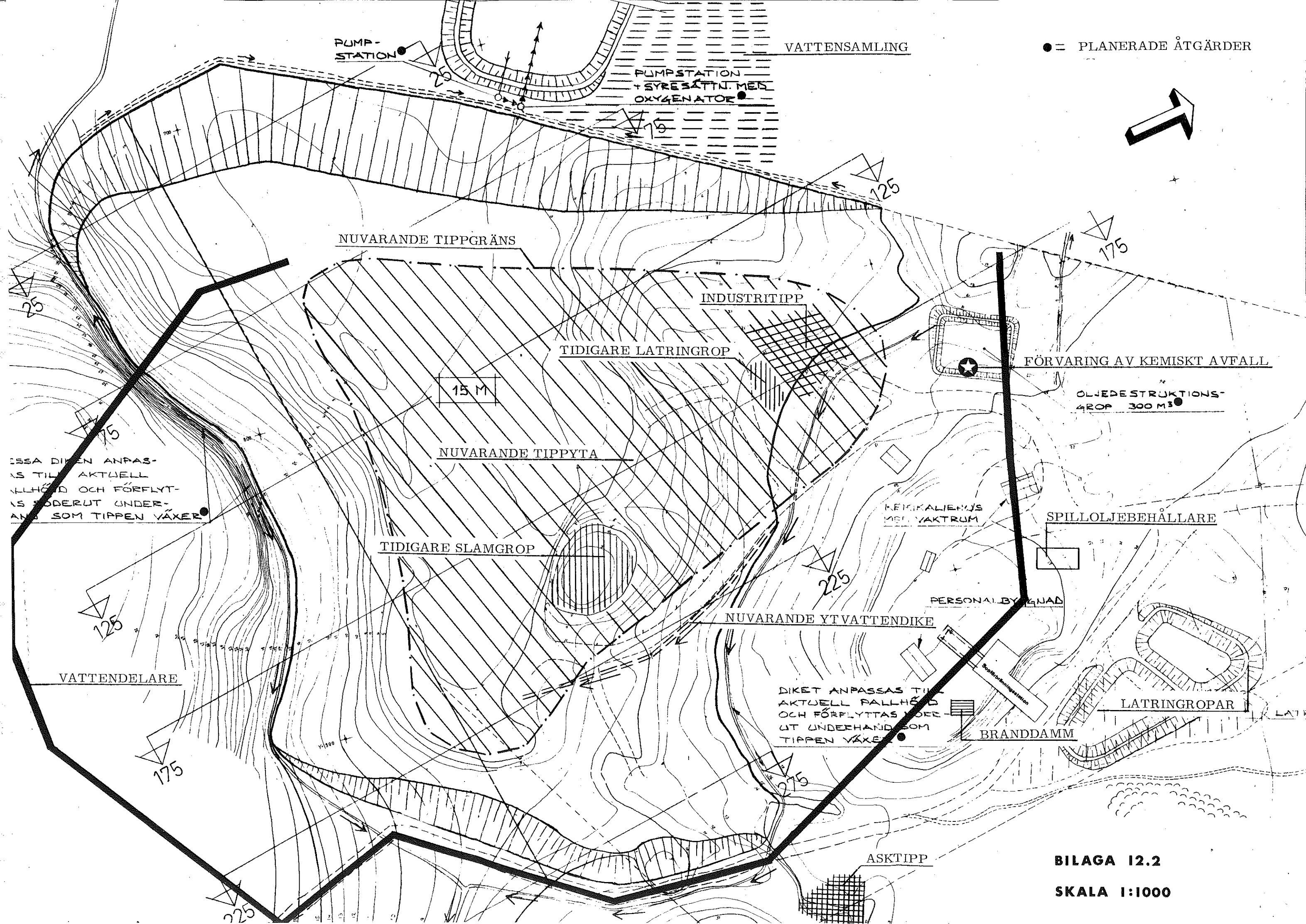
Lukt		stark förruttnelse(latrin)
Utseende		grå färg, grumligt, stor bottensats
Torrsubstans	mg/l	692
Glödgningsrest	"	88
Glödgningsförlust	"	604
pH, pot.		3,5
Kemisk syreförbrukning, COD,	mg O ₂ /l	1600
Biokemisk syreförbrukning, BS ₇ ,	"	100
Ammonium, NH ₄ ,	mg/l	8,0
Totalt kväve, N,	"	15,4
Totalt fosfor, P,	"	3,4

Pressvattnet har synnerligen lågt pH-värde, dvs starkt sur reaktion.

Borås den 20/2 1973

B-G Axelsson





PUMP-STATION

VATTENSAMLING

● = PLANERADE ÅTGÄRDER

PUMPSTATION
+ SYRESÄTTN. MED
OXYGENATOR

NUVARANDE TIPPGRÄNS

INDUSTRI TIPP

TIDIGARE LATRINGROP

15 M

NUVARANDE TIPPYTA

TIDIGARE SLAMGROP

FÖRVARING AV KEMISKT AVFALL

OLJEDESTRUKTIONSGROP 300 M3

REKALKULATIONS
MÖR VAKTRUM

SPILLOLJEBEHÅLLARE

PERSONALBYGNAD

NUVARANDE YTVATTENDIKE

VATTENDELARE

DIKET ANPASSAS TILL
AKTUELL FÄLTHÖJD
OCH FÖRFLYTAS SÖDERUT
UNDERHAND SOM
TIPPEN VÄXER

BRANDDAMM

LATRINGROPAR

ASKTIPP

BILAGA 12.2

SKALA 1:1000



Foto 12.1. Vy över tippområdet (från sopförbränningsstationen).

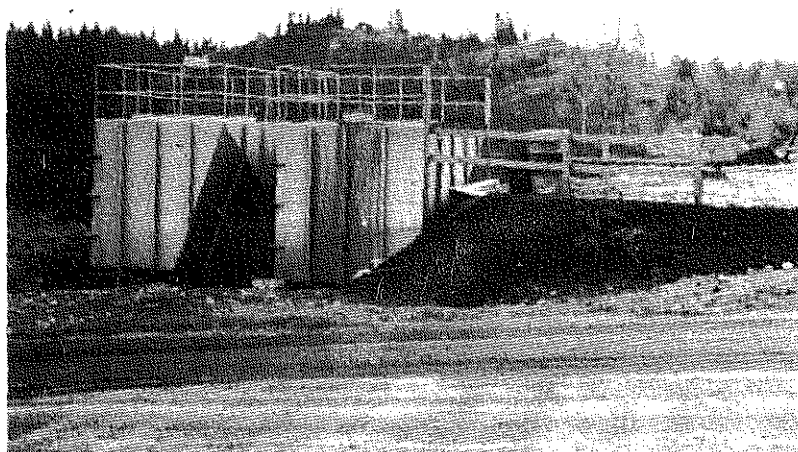


Foto 12.2. Spilloljebehållare.

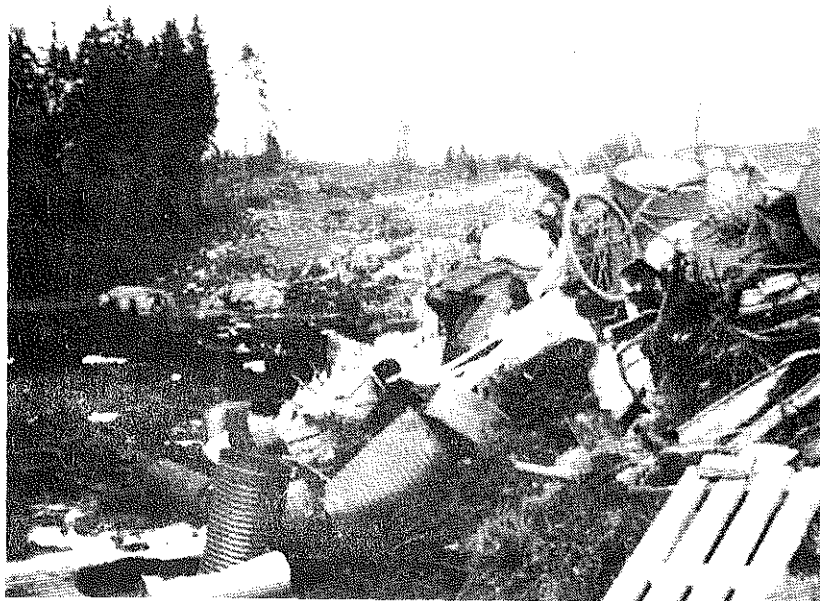


Foto 12.3. Såryta mot väster.



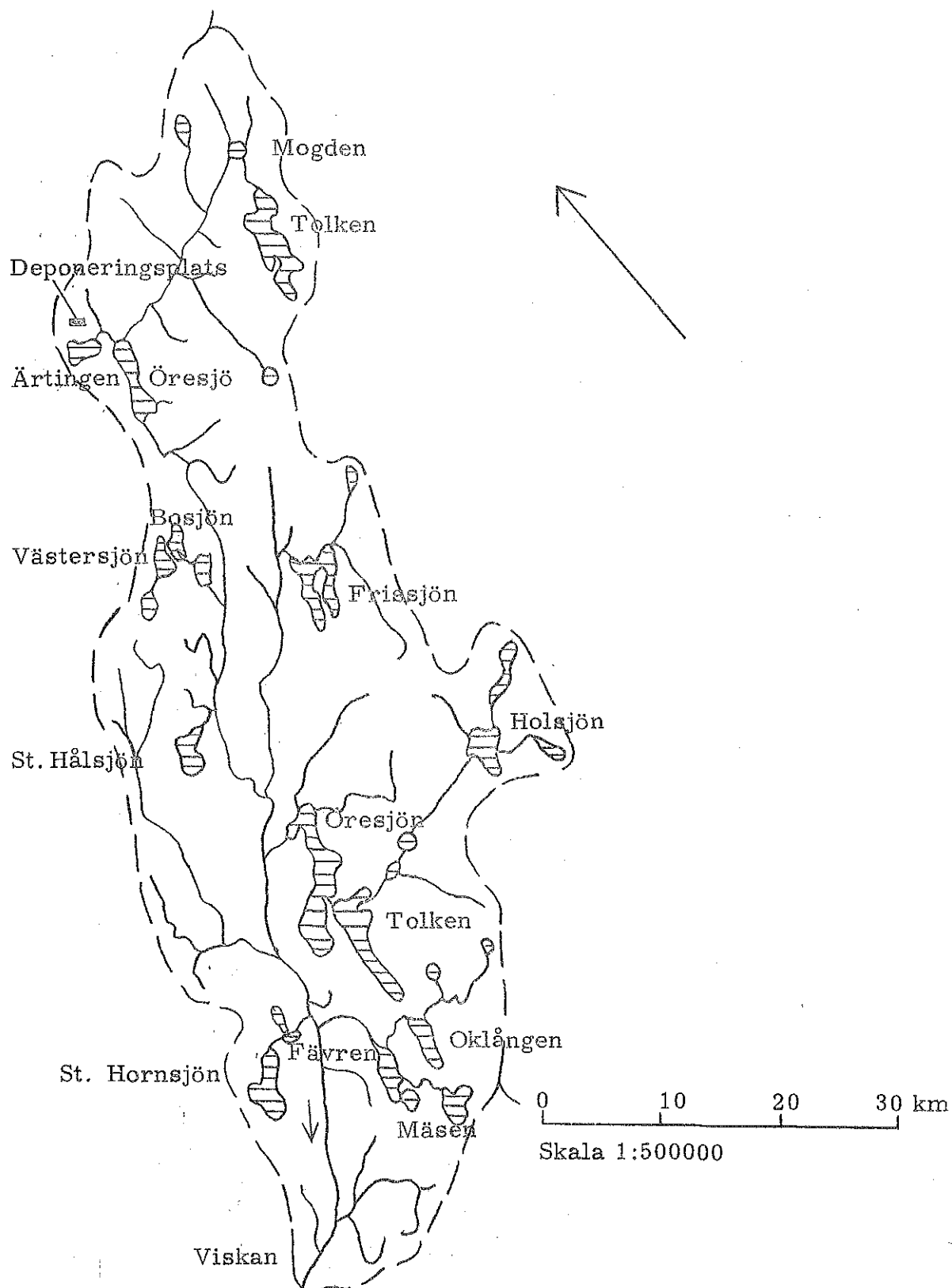
Foto 12.4. Tippens västra begränsning.

13. Deponeringsplats för sågverksavfall på fastigheten
Örlanda 9:1 i Fristads kommun.

Utredning som ligger till grund för studiet av
deponeringsplatsen:

1/Markkonsult AB:Förslag till deponeringsplan för såg-
verksavfall på fastigheten Örlanda 9:1, Borgstena socken
Fristads kommun, Älvsborgs län 1972.

Viskans vattenområde.



13.1 Situationsbeskrivning

Deponeringsplatsen ligger på fastigheten Örlanda 9:1 ca 1,5 mil norr om Borås och 2 km söder om Bergstena strax väster om vägen mellan dessa orter (bil 13.1). Deponeringsplatsen, som tagits i bruk helt nyligen utnyttjas för deponering av sågverksavfall från Fristads Snickerifabriks AB:s sågverk i Fristad. Inom Fristads kommun är flera sågverk belägna och åtskilliga barktippar finns i regionen.

13.2 Avfallets sammansättning

Det sågverksavfall som deponeras på fastigheten består nästan uteslutande av bark och sågspån. Avfallsmängden uppgår till ca 25.000 m³/år [19]. Fristads Snickerifabriks AB:s sågverk undersöker för närvarande möjligheten att försälja sågspån. Om så blir fallet kommer avfallsmängden att utgöras av enbart bark och uppgå till ca 15.000 m³/år [19].

13.3 Deponeringsområdets beskrivning

Det planerade deponeringsområdets areal uppgår till 2,6 ha (+175). Det ligger på en nord-sydlig sluttning med ett höjddparti som begränsning norrut och lägre liggande betesmark söderut. I tippområdets västra del passerar en järnväg medan områdets östra del begränsas av en befintlig industritipp, där deponering sker av papper, byggnadsavfall, plast skrot m.m (bil 13.2). De båda avstjälningsplatserna är skilda åt genom ett grävt dike.

Deponeringsområdet ligger till stor del på torr moränmark med ett tunt ytlager av humusjord. Dock utgöres ett litet område i anslutning till vattensamlingen i nordvästra delen av sankmark och den sydostliga delen kan karakteriseras som sumpig skogsmark. Hela det planerade deponeringsområdet är i dag huvudsakligen beväxt med barrskog. Man har dock låtit avverka skogen ett 50-tal meter söder om den nu utnyttjade tipplatsen, eftersom man låter tippens växa söderut. Även norr om sågverksavfallet har viss skogsavverkning skett medan man väster om nuvarande avfallsplats låter träden stå kvar helt nära avfallsmängderna.

I norr och öster är det aktuella området avskärmat av skog, medan mera öppen mark breder ut sig söder- och västerut. Då avfallsskiktet är tänkt att få en höjd på endast några få meter torde detta inte synas eller verka förfullande på terrängen. Endast strödd bebyggelse finns inom 1 km avstånd från deponeringsplatsen. Både sågverksavfalls- och industritippen avvattas söderut mot en mindre bäck som passerar fastigheten Örlanda 9:1 på cirka 100 meters avstånd (bil 13.2). Nedströms tippområdet dricker betesdjur av bäckens vatten.

13.4 Avrinningsförhållanden

Följande beskrivning av avrinningsförhållandena är baserad på:

- a) genomgång av berörda utredningar
- b) besök på platsen
- c) intervjuer med berörda personer och myndigheter

Om man på kartan studerar en punkt (A) (bil 13.1) i bäcken nedströms tip-

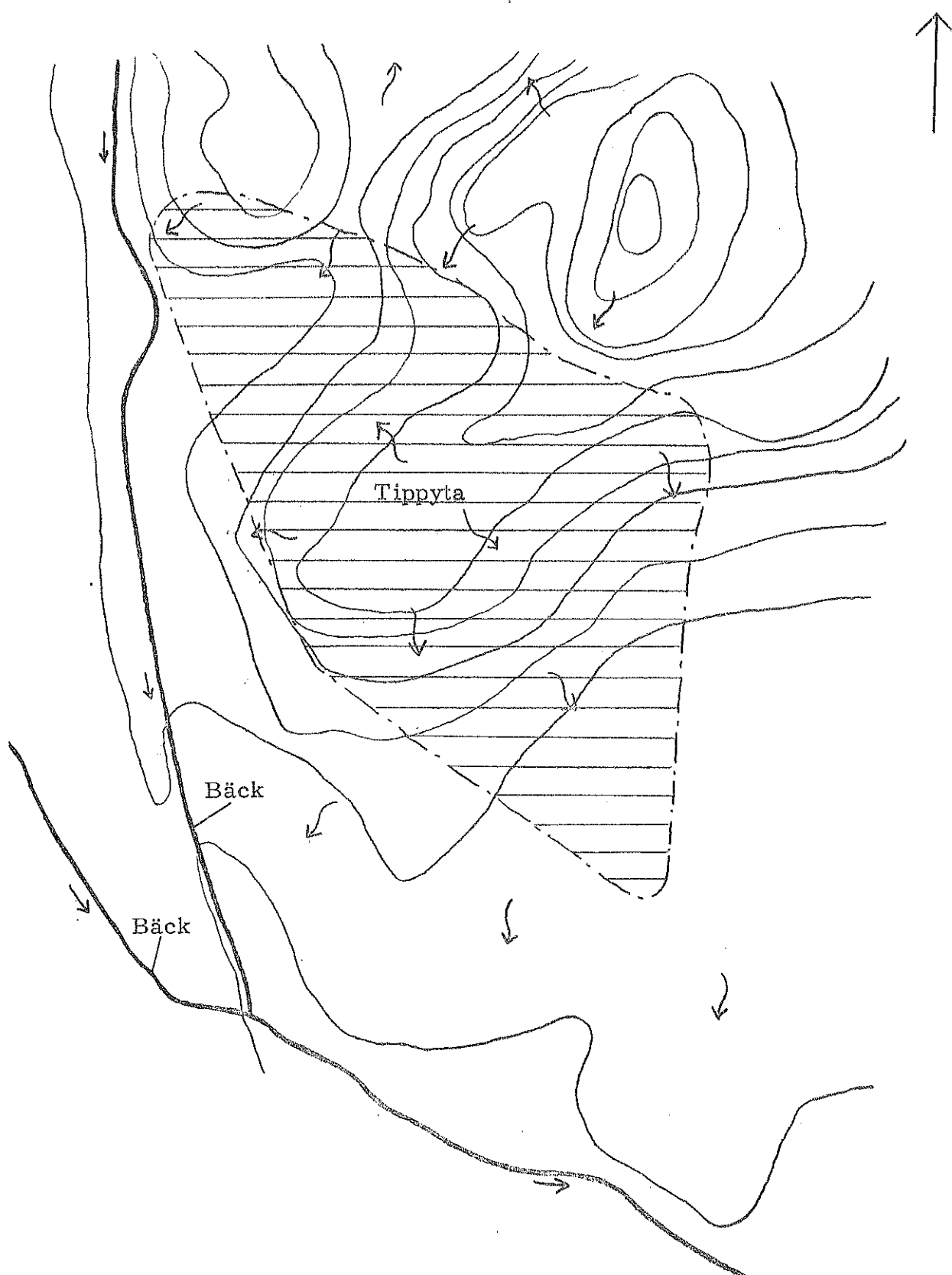


Fig. 13.1 Schematisk skiss angivande avrinningsförhållandena på och omkring tippen.

pen där allt lakvatten från densamma passerar finner man att det lokala avrinningsområdet är 3 km^2 , varför lakvatten från tippområdet är kraftigt utspädd redan strax nedströms tippen. De topografiska förhållandena inom det planerade deponeringsområdet och den närmaste omgivningen visar att endast nederbörden på den planerade tippytan och indirekt nederbörd som faller på ett litet område norr om tippgränsen (bil 13.2) kommer i kontakt med själva tippkroppen och därvid ger upphov till lakvatten. Detta beror på deponeringsplatsens gynnsamma läge på en sluttning och att en inre vattendelare går strax norr om tippgränsen (bil 13.2).

Budgetberäkning av lakvattenmängd (jfr 6.3)

Då vi inte anser det vara av intresse att göra en budgetberäkning på den lilla tippyta som i dag är uppfylld gör vi i stället denna beräkning för det fall att hela den planerade tippen är tagen i anspråk. Som framgår av kapitel 13.6 är detta nära förestående. Den lakvattenproducerande delen av nederbördsområdet (se tidigare) uppskattas till $33\,700 \text{ m}^3$. Med en årsmedelnederbörd på 850 mm och årsmedelavdunstningen 400 mm erhålles följande mängd lakvatten:

$$3,37 \cdot 10^4 (0,850 - 0,400) \approx 15\,000 \text{ m}^3/\text{år}$$

Lakvattnets spridning

Det är av intresse att veta hur detta lakvatten avrinner. En inre nordgående vattendelare inom det lokala avrinningsområdet delar det planerade tippområdet i två ungefär lika stora delar (bil 13.2), (bil 13.1). Områden väster om denna inre vattendelare avvattnas mot ett längs med järnvägen gående dike med fall söderut. Detta dike kommer - om inga åtgärder vidtages - att vid passagen av tippområdet dränera ca. hälften av det ovan beräknade lakvattenflödet samt därefter avleda detta till bäcken.

Vad beträffar lakvattnet från östra sidan om den inre vattendelaren är situationen något oklar. I [19] föreslogs nämligen utförandet av ett dike (bil 13.2) innan tippningen påbörjades. Detta skulle åt öster gå ihop med ett

blivande dike vid industritippen. Den primära orsaken till det i utredningen föreslagna diket är en utdränering av sumpmarken i sågverksavfallstippens sydöstra del för att härigenom säkerställa torr mark för deponering av sågverksavfall. Dessutom skulle följderna bli en partiell avledning av lakvattnet mot punkt A i bäcken (bil 13.2). Ännu har dock inget dike anlagts varför den lilla mängd förorenat vatten som nu uppkommer söker sig ut till bäcken helt okontrollerat. Lakvattnet avledes med bäcken söderut via Svensån mot Öresjö söder om Fristad (bil. 13.1).

13.5 Yt- och grundvattentäkter

Inom det planerade deponeringsområdet eller i anslutning till detsamma finns inte någon större ytvattentäkt. Ingen inventering av grävda eller borrarade brunnar föreligger.

13.6 Tippens hantering och drift

I [19] föreslogs maximal fyllnadshöjd för sågverksavfallet till 2 meter. Då det planerade deponeringsområdets areal är 26.000 m^2 innebär detta en tillgänglig tippvolym om 52.000 m^3 ($2 \times 26.000 \text{ m}^3$). Deponeringsplatsen beräknas då kunna utnyttjas ca 2 år om avfallsmängderna utgöres av bark och sågspån medan en deponering av enbart bark kan fortgå något mer än 3 år. Då det deponerade sågverksavfallet i dag består av både bark och sågspån skulle enligt lämnade uppgifter den dagliga avfallsmängden uppgå till ca 80 m^3 , om vi räknar 300 arbetsdagar/år. Detta verifierades av den lastbilschaufför som transporterar avfallet från sågverket till deponeringsplatsen. Han uppgav att 8-10 lass om ca 10 m^3 tippas per dag. Det sätt på vilket tippmassorna nu utlägges skiljer sig väsentligt från utredarens förslag. Man har nämligen börjat att tippa i områdets nordöstra hörn och tippningen har hittills fortgått söderut med eftersträvad horisontell överyta. Detta innebär att fyllnadshöjden redan nu uppgår till ca 4-5 m i nuvarande avfallsupplagets södra kant. Då det inte förekommer någon kontinuerlig höjd- och lutningsjustering av tillförda avfallsmassor bildas dessutom tippkoner av varje ditkört lass av sågverksavfall. Enligt nämnde lastbilschaufför har man dock för avsikt att planera ut massor-

na till mindre fyllnadshöjd. I anslutning till sågverksavfalls- och industri-tippen finns en vaktkur som är bemannad helgfria måndagar, onsdagar och fredagar mellan 07.00 - 12.00 och 13.00 - 16.00. Endast dessa tider är tillfartsvägen till tipparna öppen. Övriga tider är deponeringsplatsen endast tillgänglig för sågverkets personal. Man kan härigenom på ett effektivt sätt förhindra att ovidkommande avfall deponeras på sågverksavfallstippen.

13.7 Planerade åtgärder [19]

En begränsning av fyllnadshöjden för tippning har som ovan nämnts föreslagits ske till 2 meter. De slänter som efterhand uppstår (bil 13.2) kommer att täckas med ett ca 15 cm tjockt jordlager. I samband med tippningens avslutande täcks hela tippområdet på samma sätt som slänterna.

Det i kapitel 13.4 omtalade dränerings- och ytvattenavledande diket får fortfarande anses ingå i planerade åtgärder. Någon behandling av lakvatten från tippkroppen planeras ej.

Tippområdet kommer i framtiden att användas som skogsmark och så snart det är möjligt skall plantering av barrskog utföras.

Om deponering av tippmassor upphör innan slutliga höjder uppnåtts kommer länsstyrelsen att underrättas.

13.8 Bedömning

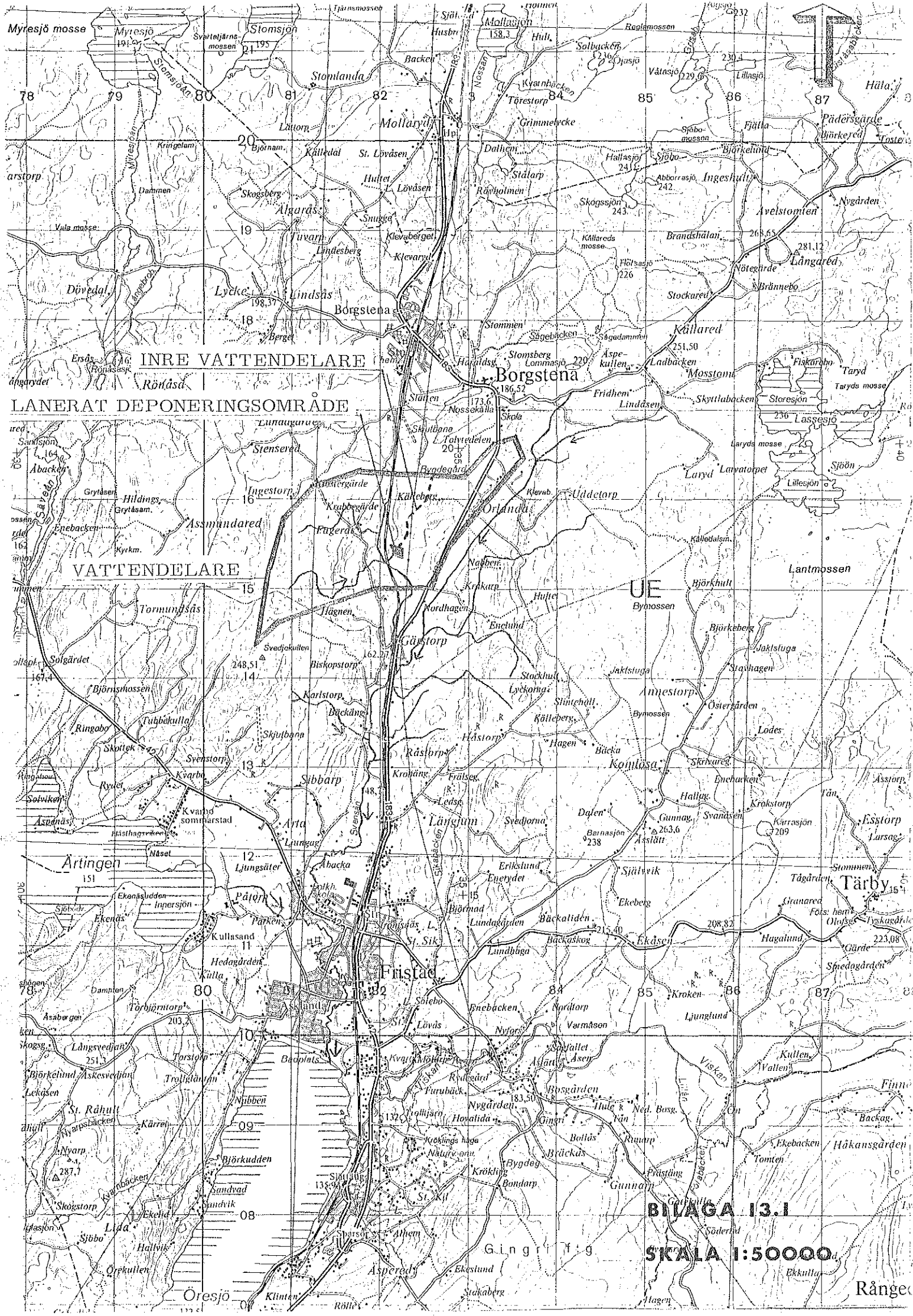
Den planerade deponeringsplatsen ligger till största delen på väl-dränerad mark, vilket är att föredra vid barkavfall. Om bark deponeras i område med hög grundvattenyta exempelvis i kärrmark eller nära ytvatten föreligger stor risk att yt- och grundvatten skadas (jfr kap 7.14). I det aktuella tippområdet finns en mindre vattensamling med angränsande kärrmark. Den mängd barkavfall som kommer i kontakt med detta vatten är emellertid liten. Detta gäller även i det något sumpiga partiet i tippområdets sydöstra del, där endast den understa delen av avfallsskiktet kan komma i direkt kontakt med mossvattnet. Om den tidigare omtalade utdikningen (13.4) kommer till stånd förbättras situationen ytterligare.

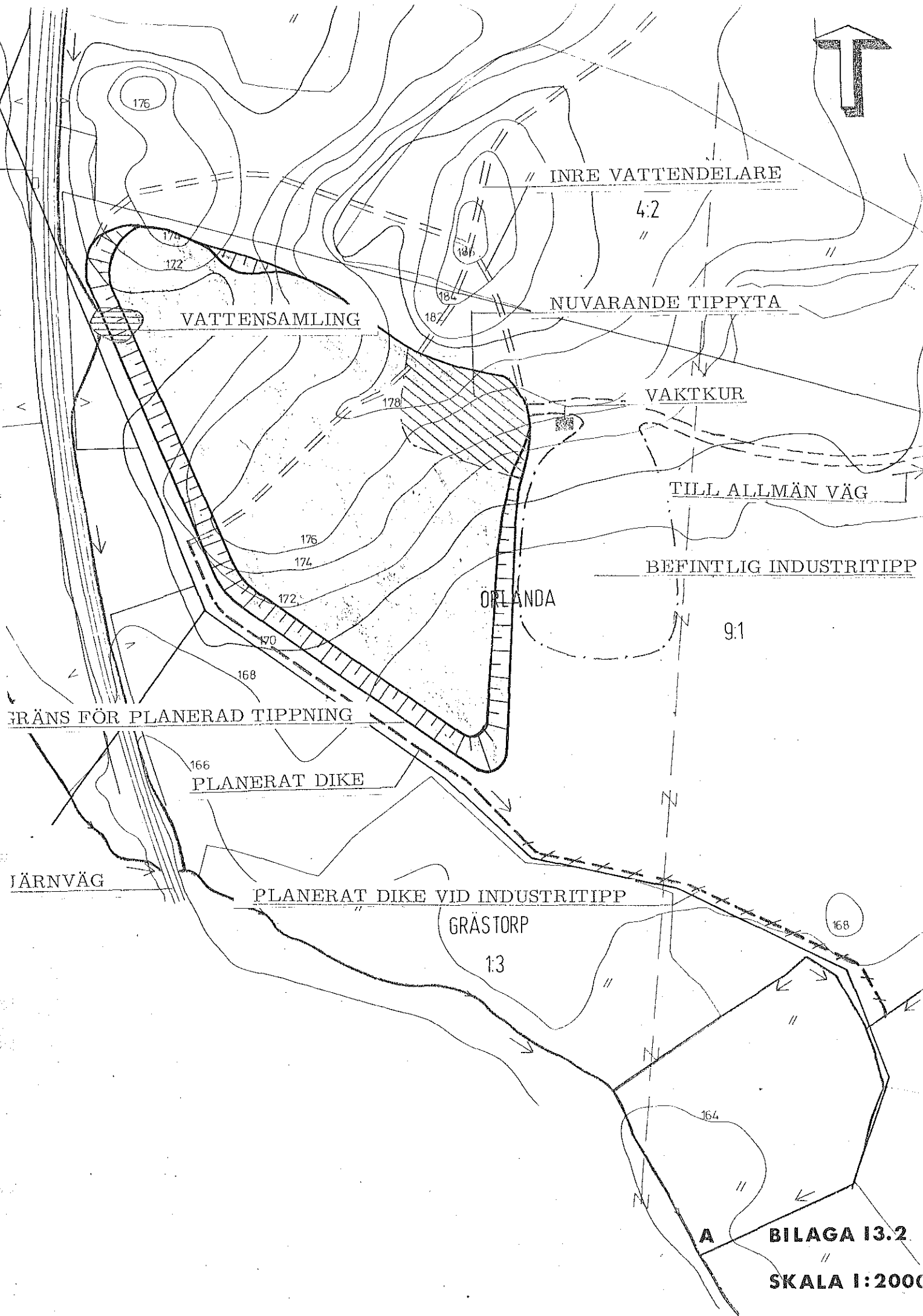
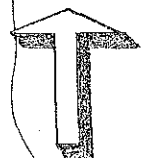
Man behöver inte anlägga några ytvattenuppsamlade diken för att hindra nederbörd utanför tippgränsen att komma i kontakt med sågverksavfallet. Detta beror på deponeringsplatsens gynnsamma läge på en sluttning och med en inre vattendelare i nära anslutning till den norra tippgränsen (bil. 13.2).

I [19] sägs att det för närvarande inte är nödvändigt att samla upp och rena förorenat vatten från tippkroppen. Om man i ett senare skede vill genomföra rening av lakvattnet uppstår problem vid uppsamling av det samma utan att det först har blivit utspädd av vatten från bäcken eller från diket längs järnvägen. Detta beror på den inre vattendelare som går genom deponeringsområdet (bil 13.2). Ur denna synpunkt är läget sålunda sämre.

I och med att deponeringsplatsen ligger förhållandevis nära Svensån (Bil 13.1.) erhålls en snabb utspädning av förorenat vatten från tippen. Detta kan motivera att rening inte ansetts nödvändig. Denna placering innebär relativt sett kort tid för biologisk nedbrytning av organiskt material innan föroreningarna når recipienten, vilken här i första hand utgöres av Svensån och i andra hand av Öresjö (bil 13.1). I vårt fall är dock flyttiden till åtminstone Öresjö (ca 7 km från deponeringsplatsen) så lång att den biologiska nedbrytningen av organiskt material i lakvattnet till stor del är avslutad innan vattnet når recipienten.

Den stora tipphöjden - se diskussion ovan - skapar förutsättningar för mikrobiologisk nedbrytning av barken under anaeroba förhållanden [39]. Tippen kommer då i "jäsning" och producerar ett förorenat och illaluktande lakvatten. Blir den biologiska aktiviteten i tippen tillräckligt intensiv kan tippen självantändas. I vissa fall kan självantändning inträffa redan vid 4-6 meters tipphöjd [39]. Då man på deponeringsplatsen vid Örlanda inte följt anvisningarna i [19] utan tillåtit fyllnadshöjder på 4-5 meter så finns här förutsättningar för anaerob nedbrytning med risk för självantändning. Nu är avsikten visserligen att planera ut massorna till mindre fyllnadshöjd, men har väl de anaeroba nedbrytningsprocesserna kommit i gång kan dessa vara svåra att avbryta [39]. Det är alltså tillrådligt att följa utredningsförslaget med en kontinuerlig höjd- och lutningsjustering av tillförda avfallsmassor.





INRE VATTENDELARE

4.2

VATTENSAMLING

NUVARANDE TIPPYTA

VAKTKUR

TILL ALLMÄN VÄG

BEFINTLIG INDUSTRI TIPP

ORLANDA

9.1

GRÄNS FÖR PLANERAD TIPPNING

166
PLANERAT DIKE

JÄRNVÄG

PLANERAT DIKE VID INDUSTRI TIPP

GRÄSTORP

1.3

168

A BILAGA 13.2

SKALA 1:2000

Efter deponeringens avslutande skall tippområdet så snart det är möjligt planteras med barrskog [19]. Det vore lämpligt att i barkmassorna inblanda något kväverikt material för att på så sätt befrämja växtligheten. Detta kan göras genom exempelvis tillsats av konstgödsel eller slam från kommunalt reningsverk.

I Borgstena-Fristad-trakten finns ett stort antal industrier som i sin produktion erhåller barkavfall. Följden har blivit ett flertal mindre barktippar. Varför inte gå samman och uppföra en regional förbränningsanläggning som destruerar barkavfallet från alla industrierna?



Foto 13.1. Dike mellan industriavfalls-, (till vänster) och sågverksavfallstipp (till höger).

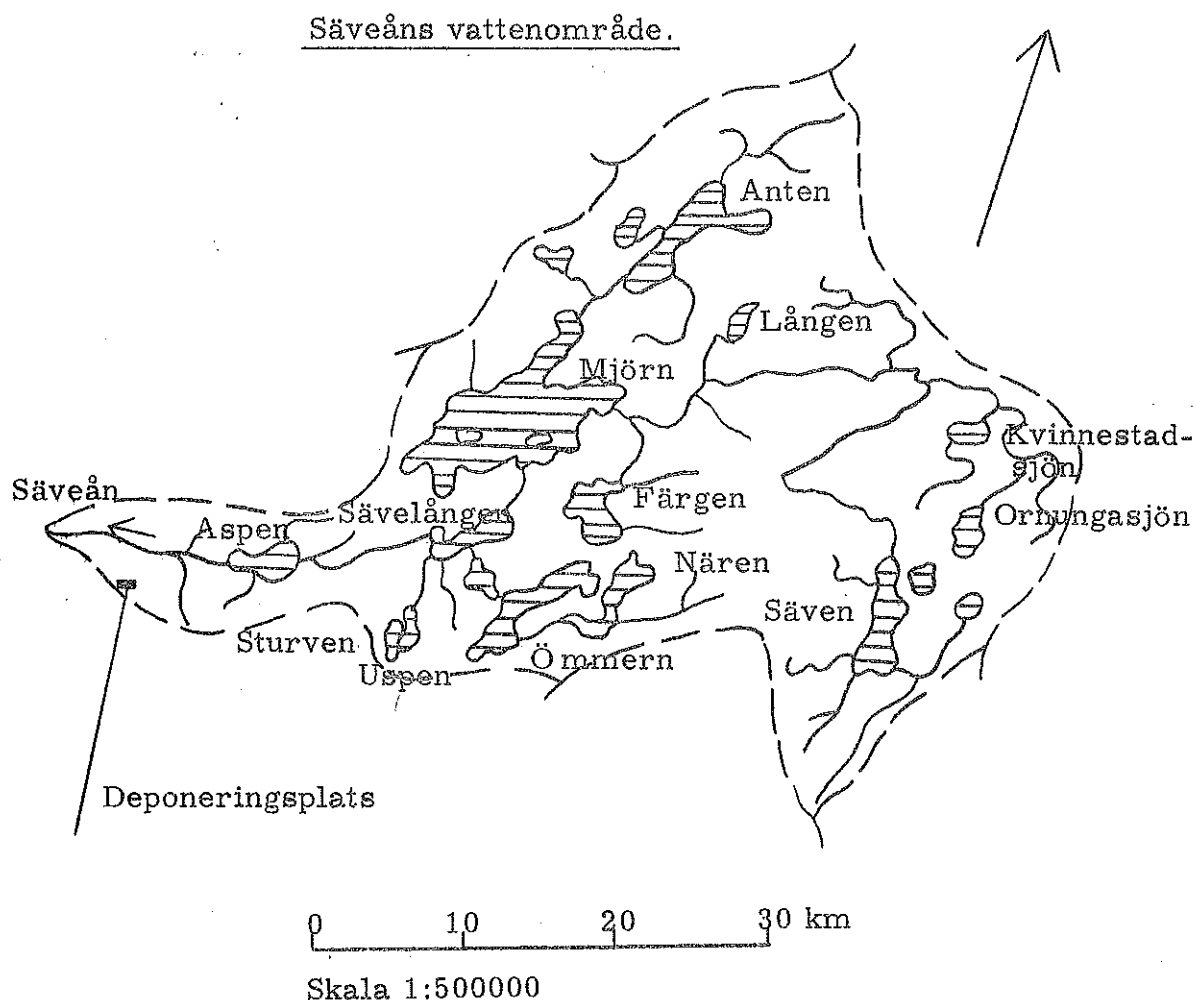


Foto 13.2. Sågverksavfallet tippas i pallar med en tjocklek på upp till ca 5m.

14. Göteborgs kommuns deponeringsplats Brudaremossen.

Utredningar och andra handlingar som ligger till grund för studiet av deponeringsplatsen:

- 1/VIAK:PM angående dräneringsvattnet från Brudaremossens soptipp i Göteborg 1970.
- 2/VIAK:PM beträffande utredning om förslag till eventuell restaurering av Svarttjärn 1970.
- 3/GAKO:Delsjöreservatet, planutredning 1967.
- 4/GAKO:Brudaremossen, utredningsuppdrag 1968.



14.1 Situationsbeskrivning

Brudaremossen är belägen i östra delarna av Göteborg och norr om Delsjöarna (bil 14.1). Deponeringsplatsen och dess känsliga läge i det s k Delsjöreservatet har det senaste årtiondet varit en omstridd fråga.

I reservatets västra del i nära anslutning till tippet finns flitigt utnyttjade promenad-, löp- och ridstigar. Delsjöområdet anses ha mycket stort värde ur rekreationssynpunkt. Brudaremossen är, med undantag av Tagene (kap 9), den enda deponeringsplats som Göteborgs stad i dag använder. I deponeringsområdet tillämpades från början s k okontrollerad tippning men iordningställandet av området är i dag långt framskridet. Från och med 1973 skall enligt av kommunfullmäktige beslutad ny hälsovårdsordning allt avfall till Brudaremossen transporteras genom renhållningsverkets försorg.

14.2 Avfallets sammansättning

Från tippens tillkomst 1939 fram till november 1972 deponerade Göteborgs stad allt sitt avfall på Brudaremossen. I november 1972 meddelade Renhållningsverket att deponeringsplatsen därefter endast skulle mottaga icke brännbart avfall. Det brännbara avfallet med undantag för grövre virke, träd o dyl hänvisades till förbränningsanläggningen i Sävenäs.

Vid besök på tipplatsen iakttog vi dock att en ganska ansevärd mängd papp- och träemballager fortfarande deponeras på Brudaremossen. Dessutom har renhållningsverket beslutat att tills vidare i laguner samla upp visst kemiskt avfall.

14.3 Deponeringsområdets beskrivning

Brudaremossen ligger som ovan nämnts i ett livligt frekventerat fritidsområde (bil 14.1), dock inte i direkt anslutning till någon bebyggelse. I öster och väster avgränsas deponeringsplatsen av bergpartier. Mot söder har Brudaremossen kontakt med Stora Delsjön genom en trång dalgång. I norr däremot gränsar området mot mer öppen terräng ner mot den lägre

belägna Härlanda Tjärn. En bäck rinner upp i Brudaremossens nord-östra hörn och vidare mot Svarttjärn, men den avvattnar numera inte tippområdet. Mera om detta i nästa kapitel.

Berggrunden i Delsjöreservatet består av gnejs. I själva tippområdet är gnejsen rödligt och kalifältspatrik. Berget går i dagen öster och väster om Brudaremossen i bergryggar som sträcker sig i nord-sydlig riktning. Berggrunden är ganska sprickrik på grund av två svaghetsstrukturer, dels en skiffrighet och dels mot skiffrigheten vinkelräta sprickytor. Mossens botten kan antas bestå av ett sediment, vars mäktighet i dag dock inte lätt låter sig bestämmas på grund av de befintliga tippmassorna.

Brudaremossens totala tippyta uppgår till 20 ha varav ca 13 ha är uppfyllt till slutlig nivå och täckt med ett tätande jordlager (bil 14.2).

14.4 Avrinningsförhållanden

Följande beskrivning av avrinningsförhållandena i själva tippområdet är baserad på:

- a) genomgång av berörda utredningar
- b) besök på platsen
- c) intervjuer med berörda personer och myndigheter

Brudaremossens avrinningsområde har en storlek på ca 33 ha. Dess utbredning är till stor del bestämd av de åtgärder som vidtagits vad beträffar insamlandet av såväl yt- som dräneringsvatten (bil 14.2). Till att börja med avvattnades hela området via ett öppet dike i tippens östra del ner mot Svarttjärn.

Numera har en kulvert lagts i anslutning till bäcken. Denna kulvert sträcker sig, som framgår av bil 14.2 till tippområdets södra gräns. Genom tippens etappvisa utbyggnad till en i norr och söder längsgående rygg har man för närvarande en inre vattendelare som skär igenom tippområdet (bil 14.2). En ganska stor del yt- och lakvatten söker sig därför söder ut mot Stora Delsjön. Eftersom Stora Delsjön utgör en stor och viktig ytvattentäkt för Göteborg tvingades man vidtaga åtgärder för att stoppa denna läckageväg söderut. Genom att kulvertera fram till tippens södra begränsning samt gjuta en betongskärm mellan bergpartierna har en uppsamling och bortledning av det föroreande vattnet möjliggjorts.

Den konstgjorda vattendelaren i de norra och nordvästra delarna av tippområdet består av dräneringsledningar och ytvattendiken (bil 14.2). På detta sätt har man försökt erhålla en "grytliknande" form på avrinningsområdet för att kunna lokalisera, samla ihop samt leda bort yt- och drä-

neringsvatten. Genom dessa åtgärder har läckagevägarna skurits av mot Härlanda tjärn och Svarttjärn. Vid besök på platsen befanns de öppna diken vara väl utförda med ett jämnt fall mot brunnarna. Dräneringsvattnet hade ett jämnt flöde mot insamlingsledningen och vi kunde inte på något ställe iakttaga stillastående vatten. Dränvattnet var brunt och luktade mycket starkt.

Den bäck som tidigare avvattnade Brudaremossen har sedan 1962 ersatts av en tät ledning från mossens norra del där det uppsamlade dräneringsvattnet från tippen tas om hand. Ledningen ansluter till stadens spillvattennät i Robertshöjd. Lakvattnet leds vidare genom Sävedalen i Partille kommuns ledningsnät.

I slutet av 1969 utfördes en bräddavloppsbrunn nedströms Svarttjärn för bräddning till Finngösabäcken. Bräddavloppet är markerat med A på bil 14.2. Brunnen är dimensionerad så att högst 10 l/s skall tillföras ledningssystemet i enlighet med gällande avtal med Partille kommun. Överskottet bräddas till Finngösabäcken.

Intill den täta ledningen från tippens norra del mot Robertshöjd går det dike, som tidigare avvattnade Brudaremossen till Svarttjärn. Numera har det till sin primära uppgift att avvattna norr om Brudaremossen liggande område. Vid besök på platsen kunde vi tydligt iakttaga hur vattenföringen ökade längs bäcken mot Svarttjärn. Vattnet i bäcken var klart och någon nämnvärd lukt kunde inte uppfattas.

Infiltrationsförhållanden

Inom de mellersta och södra delarna av tippen infiltrerar troligen det mesta av den effektiva nederbörden p g a pågående tippning och därmed öppen tippyta. I de norra delarna där tippytan är preparerad med ett jordlager och till vissa delar besådd med gräs sker ytavrinning till viss del. Denna underlättas också av den jämna lutningen (1:10-1:5) mot norr. Någon exakt beräkning av hur mycket som infiltrerar ned genom tippen är svår att göra med hänsyn till det diskontinuerliga täckskiktet. Dock kan en budgetering göras för att se hur den kanaliserade drän- och ytvatten-

mängden överensstämmer med den effektiva årsnederbörds-mängden.

Om vi antager en årsnederbörd på ca 700 mm och en årsavdunstning på ca 350 mm erhålles en effektiv årsnederbörds-mängd på ca 350 mm.

Total yt- och dräneringsmängd blir: (Jfr 6.3).

$$\frac{330\,000 \cdot (0,700 - 0,350) \cdot 1000}{24 \cdot 365 \cdot 3600} = 3,7 \text{ l/s}$$

I detta fall har hela avrinningsområdet yta medtagits vid beräkningen. All effektiv nederbörd kommer dock inte i kontakt med själva tippen. Detta gäller i synnerhet de södra delarna, där ett krossverk i samband med tunnelbygge är uppmonterat.

Det beräknade värdet kan omedelbart jämföras med gjorda uppmätningar i den täta ledningen uppströms Robertshöjd, dit yt- och dräneringsvatten från tippen kanaliseras.

Konsultfirman VIAK har mätt avrinningen från tippen från november 1967 fram till november 1969, först med stickprovsmätningar fram till 1/4 1968 och därefter med registrerande pegelmätare. Mätningarna anges nedan som månadsmedelvärden och i l/s (tab. 14.F).

Under år 1968 erhöles ett ganska högt medelvärde (5,3 l/s). Detta anges kan bero på de ofullständiga mätningar som gjordes (till att börja med stickprovsmätningar). Under 1969 då man hade registrerande pegelmätare uppgick årsmedelvärdet till 3,6 l/s. Denna siffra överensstämmer väl med budgeterad medelavrinning från området. Någon djupinfiltration ner till grundvattnet och okontrollerad bortförsel av lakvatten är således svårt att konstatera, vilket sammanhänger med den betongskärm och de dräneringsledningar som begränsar tippen på de kanter där inte berg i dagen förekommer. Likaså gav en geologisk kartering vid handen att tippområdet antagligen vilar på en tät sedimentkörtel, avsatt i ett tidigare geologiskt skede. Vid häftiga regn sker en stor och hastig avrinning. Det ytvattenflöde som avrinner åt NNO har då möjlighet att söka sig ned till bäcken och följa den till Svarttjärn. Denna mängd ytvatten, som kan anses förhållandevis liten, omfattas ej av VIAK:s mätningar. Man kan således konstatera att kanaliseringen av yt- och lakvatten har kunnat åstadkommas på ett tillfredsställande sätt.

Tabell 14.1

Resultat av pegelmätningar för dräneringsvattnet från Brudaremossen visar i stort följande månadsvärden i l/s.

	Medelvärden	
	1968	1969
Januari	(6)	()
Februari	(4)	3,0
Mars	(12)	4,0
April	5,0	4,0
Maj	5,0	10,0
Juni	4,0	3,0
Juli	2,5	4,0
Augusti	1,5	(1,0)
September	2,5	4,0
Oktober	7,0	0,5
November	(10)	6,0
December	<u>(5)</u>	<u>3,0</u>
Årsmedelvärde	(5,3)	3,6

Värden inom parentes anger osäkra värden på grund av ofullständiga mätningar.

Vid en rundvandring kring tippområdet kunde vi inte på något ställe konstatera vattensamlingar eller exfiltrationsområden.

14.5 Yt- och grundvattentäkt

Deponeringsplatsens läge är inte gynnsamt med tanke på de ytvattentillgångar som finns i området. Sedan 1968 pumpas råvatten för Göteborgs vattenförsörjning upp till Lilla Delsjön från Göta Älv. Lilla Delsjön står i förbindelse med Stora Delsjön, varifrån vatten leds till vattenverket i Lackarebäck. Tidigare stod tippen i förbindelse med Stora Delsjön via den smala dalgång, som börjar vid tippens södra begränsning och leder ut mot Stora Delsjön. Då tippens höjd efterhand växte kunde ett yt- och lakvattenflöde dräneras ner mot Stora Delsjön. Denna läckväg skärs emellertid av med hjälp av en betongskärm mellan de båda bergsidorna. Genom att dessutom anlägga en kulvert (dräneringsledning) med fall åt norr kunde det ansamlade yt- och lakvattnet avledas. Skyddet mot förorening av befintliga yt- och grundvattentillgångar är således tillfredsställande.

14.6 Dräneringsvattnets beskaffenhet och omhändertagande

I samband med planerna på att utnyttja tippen ytterligare några år (till och med 1972) blev frågan om behandling av dräneringsvattnet aktuellt. Detta problem ansågs från kommunens sida mycket viktigt, speciellt med hänsyn till fritidsintressen.

Konsultfirman VIAK fick i uppdrag att utreda frågan om alternativa behandlingsmetoder på basis av dränvattenprover upptagna i november 1967 och juni 1968. De behandlingsmetoder som prövades var följande: [14]

- A. Sedimentering
 - B. Luftning - sedimentering
 - C. Klorering - sedimentering - luftning
 - D. Alkalisering - sedimentering;
- D_1 = kalktillsats, D_2 = tillsats av natronlut

- E. Behandling med aktivt kol
- F. Alkalisering - luftning - sedimentering
- G. Kemisk fällning - sedimentering; fällning med Al -sulfat

Dräneringsvattnets beskaffenhet på prover tagna vid fem tillfällen under nov. 1967 - aug. 1969 framgår av tabell 14.2. Dessa prover är tagna i den täta ledningen uppströms Robertshöjd, vilket innebär högggradigt förorenat dräneringsvatten.

Den reningseffekt som erhållits med de olika behandlingsmetoderna visas i tabell 14.3,4.

En översiktlig kostnadsberäkning har gjorts för de olika behandlingsmetoderna. Kostnaderna har beräknats med hänsyn till att maximalt 8 l/s skall behandlas. Kapitalkostnaderna är beräknade under förutsättning att anläggningarna kan avskrivas på 15 år efter en räntefot av 7 %. Kostnaderna är angivna i 1970 års penningvärde (tab. 14.5).

Med tanke på de reningseffekter som erhållits samt kostnaderna för dessa behandlingsmetoder utarbetades tre förslag enligt följande: [14]

- 1) Utbyggnad av en reningsanläggning enligt något av de alternativ som diskuterats ovan eller utbyggnad av biologisk reningsanläggning
- 2) Återpumpning till tippen av dräneringsvattnet för uppsugning i soporna
- 3) Avledning av obehandlat vatten

14.7 Kommentar till de tre alternativen [14]

14.7.1 Alternativ 1

De behandlingsmetoder som vidtagits på dränvattnet har resulterat i minimala eller inga förbättringar vad beträffar reningseffekten. Likaså blir kostnaderna höga, eftersom varje undersökt behandlingsmetod måste kompletteras med aktiv-kolbehandling för att luktbesvären skall elimineras.

Dräneringsvattnets beskaffenhet

Datum för provtagning		22 nov. 1967	juni 1968	12 aug. 1968	12 dec. 1968	5 aug 1969
Vattenföring	l/s	6	3	1	5	1
Lukt, styrka		stark	stark	tydlig	-	stark
" , art		oangenäm	ammoniak	ammoniak	-	illaluktande
Färg		svartbrun	svartbrun	mörkbrun	-	-
Avsättbara ämnen	mg/l	0, 1	3, 0	0, 4	22, 0	3, 0
pH(pot)		6, 8	7, 7	6, 9	7, 3	7, 6
Permanganatförbrukning	mg/l	1200	2400	2600	1260	1980
Torrsubstans	mg/l	3900	6700	-	5490	7050
" därav glödningsrest	mg/l	2400	5200	-	4210	5620
" " " förlust	mg/l	1500	1500	-	1280	1430
Suspenderade ämnen	mg/l	300	270	-	240	230
" därav glödningsrest	mg/l	90	170	-	130	110
" " " förlust	mg/l	200	100	-	110	120
Totalfosfor , P	mg/l	2, 0	4, 8	5, 0	2, 8	0, 43
Ammonium , NH ₄	mg/l	250	860	-	540	900
Totalkväve , N	mg/l	220	-	-	455	870
Biokemisk syreförbrukn.	mg/l	1500	330	340	800	300
Järn , Fe	mg/l	70	55	31	-	-
Järn, filtrerat , Fe	mg/l	35	5	-	-	-
Klorid , Cl	mg/l	1100	2000	-	-	-
Sulfat , SO ₄	mg/l	35	22	-	-	-
Alkalitet (till pH 4, 5)	mekv/l	131	81	-	-	-
Aciditet (till pH 8, 2)	mekv/l	12, 4	-	-	-	-

Tabell 14.3

UndersökningsresultatNovember månad 1967

	pH	Avsättbara ämnen	Suspenderade ämnen	KMnO ₄	BS ₅	NH ₄	Fe	
		ml/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	tot.	filtr.
							mg/l	mg/l
Obehandlat	6,8	0,1	300	1200	1500	250	70	35
A. Sedimentering 2 tim	7,0	0,1	280	1200	1500	250	70	12
B. Luftning i 2 tim och sedimentering i 2 tim	8,0	2,7	360	1200	1100	250	60	15
C. Klorering, 300 g Cl ₂ per m ³ , sedimentering 2 tim och luftning 2 tim	8,0	0,9	420	1200	1200	240	67	38
D ₁ Alkalisering, 500 g Ca(OH) ₂ per m ³ , sedimentering 2 timm	9,5	15	-	700	670	-	-	-
D ₂ Alkalisering, 600 g NaOH per m ³ , sedimentering 2 tim	9,0	10	-	800	800	-	-	-

Tabell 14.4

UndersökningsresultatJuni månad 1968

	pH	Avsättbara ämnen ml/l	Suspenderade ämnen mg/l	KMnO ₄ mg/l	BS ₅ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe tot. mg/l	Fe filtr. mg/l
Obehandlat	7,7	3,0	270	2400	330	860	55	5
A. Sedimentering 2 tim	7,7	3,0	240	2400	330	860	53	4,5
B. Luftning 20 min, sedimentering 2 tim	8,2	3,0	280	2400	390	860	53	9,8
D ₁ Alkalisering, 1000 g Ca(OH) ₂ per m ³ , sedimentering 2 tim	8,2	10	330	2100	330	860	53	6,3
D ₂ Alkalisering, 1000 g NaOH per m ³ , sedimentering 2 tim	8,9	5,0	410	2200	330	700	48	3,8
F ₁ Alkalisering, 1000 g Ca(OH) ₂ per m ³ , sedimentering 2 tim	8,5	12	420	2300	360	700	50	4,8
D ₁ Alkalisering, 2000 g Ca(OH) ₂ per m ³ , sedimentering 2 tim	8,8	18	470	2100	300	680	31	5,0
F ₂ Alkalisering, 2000 g Ca(OH) ₂ per m ³ , sedimentering 2 tim	8,9	20	310	2100	330	770	30	7,1
G. Fällning 1000 g Al-sulfat per m ³ , sedimentering 2 tim	7,3	300	45	1500	270	640	10,5	1,9

Tabell 14.5

	Anl. kostn.	Kap. kostn.	Driftskostn.	Årskostn.	Ren. effekt % m.a.p. BS
A.	225.000	25.000	20.000	45.000	0
B.	350.000	40.000	35.000	75.000	25
C.	550.000	60.000	85.000	145.000	20
D.	300.000	30.000	50.000	80.000	50
E. x/	75.000	10.000	75.000	85.000	0
F.	425.000	50.000	60.000	110.000	30
G.	400.000	45.000	50.000	95.000	20

x/ Avser enbart anordning för och dosering av aktivt kol.

Ingen av behandlingsmetoderna medger således utsläpp i den redan förorenade Svarttjärn.

Några toxiska ämnen eller oljeföreningar, som skulle kunna inverka skadligt på en biologisk behandling, har inte påträffats. Dräneringsvattnet kan alltså sambehandlas med övrigt spillvatten.

14.7.2 Alternativ 2

Med komprimering och övertäckning med ofta lerhaltigt material, kan det vara svårt att få en jämn fördelning av det påförda dränvattnet i tippkroppen. Dränvattnet kan i stället följa vissa stråk - läckvägar i massorna - med ytterligare urlakning som följd. Eftersom tippen inom en snar framtid skall tas ur bruk och därefter ingå i fritidsreservatet som bl a skidbacke torde detta alternativ mera framstå som en nödlösning på kort sikt. Tippningen skulle enligt beslut vara avslutad i och med utgången av 1972. Så har dock ej skett, varför man med stor säkerhet kan anta att tippning på Brudaremossen kommer att ske till dess att den enligt GAKO planerade nivån + 128 har erhållits.

14.7.3 Alternativ 3

Med hänsyn till att Partilles ledningsnät anslöts till det regionala reningsverket vid Rya Skog 1972 rekommenderas detta alternativ, dvs avledning av obehandlat lakvatten [14]. Detta är också den lösning som varit i bruk sedan 1962. Härigenom förhindras utsläpp i Säveån, fransett de mindre mängder som bräddas via Finngösabäcken vid dränvattenföringar överstigande 10 l/s.

14.8 Planerade åtgärder

Brudaremossen planeras att återställd ingå i Delsjöreservatet i form av en längsgående nord-sydlig rygg med högsta nivån +128 m (bil 14.3). Den blir skild från bergpartiet öster om tipplatsen av en långsträckt plåtå på nivån +105 m (bil 14.3). Efter sopuppläggningsens avslutande och erforderliga återställningsarbeten skall åsen kunna utnyttjas som skidteknikbacke

och för annan vintersport (bil 14.4). Platån skulle kunna utnyttjas för fri lek och aktiviteter som inte kräver fasta anläggningar. Deponeringen till slutlig nivå var tänkt att vara avslutad i och med 1972 års utgång.

I dag är huvuddelen av Brudaremossen färdigställd till nivån +120 m men i dess södra och sydvästra delar kan ännu inte slutfasen skönjas. Deponeringens avslutande är här skjuten på framtiden.

Beträffande den försumpade Svarttjärn har beslutats att ingen restaurering skall ske eftersom det från naturvetenskapligt håll (lektor G. Lysén) har framförts den synpunkten att tjärnen på grund av sin fauna och flora orsakad av övergödning är ett intressant studieobjekt i en i övrigt markant näringsfattig miljö.

14.9 Bedömning

Med tanke på deponeringsområdets ursprungliga beskaffenhet är tipplatsens läge olyckligt vald både ur geologisk och hydrogeologisk synpunkt. Detta gäller i särskilt hög grad om som här berggrunden är sprickrik. En bäck - Finngösabäcken - rinner upp i och avvattnar Brudaremossen. Då tippen började byggas upp var det svårt att separera lakvatten från icke förorenat ytvatten och en försumpning och eutrofiering av den strax nedströms liggande Svarttjärn blev följd. Denna recipient är olämplig eftersom endast en måttlig utspädning kan ske av tillfört lakvatten från tippområdet. Det har på senare tid tillkommit andra faktorer som ytterligare betonar deponeringsplatsens ogynnsamma läge. Som tidigare nämnts utnyttjas den närbelägna Stora Delsjön som ytvattentäkt för Göteborgs stad och Delsjöområdet är även ett av stadens mest utnyttjade fritidsområden.

Situationen har emellertid genom vidtagna åtgärder avsevärt förbättrats. Med hjälp av dräneringsledningar, ytvattendiken och den i söder belägna betongskärmen finns goda möjligheter att samla upp förorenat vatten från tipp. Detta ledes nu via Partille kommuns avloppsledningsnät till reningsverket vid Rya Skog och därmed har föroreningsbelastningen på Svarttjärn upphört. Betongskärmen garanterar att ytvattentäkten Stora Delsjön blir helt fri från påverkan av tipp. De för uppsamlandet av förorenat vatten

vidtagna åtgärderna har även inneburit att Brudaremossens avrinningsområde reducerats till i stort sett själva tippområdet. Detta innebär givetvis fördelar då man på så sätt erhåller betydligt mindre vatten som behöver genomgå rening.

Vid återställningsarbetet kommer hela tippområdet att täckas med ett tätande ytskikt och överytan att läggas i lutning så att lämplig ytdränering kan ske. I och med dessa åtgärder kommer infiltration och därvid också lakvattenproduktionen att reduceras avsevärt.

Vid besök på Brudaremossen fick vi den uppfattningen att de redan färdigställda ytorna till fullo överensstämmer med planerat utseende. Den del av Brudaremossen som fortfarande används för tippning uppvisar inga större tipsår, och arbetet med komprimering och övertäckning av tippmassorna sköts väl. Dock bör påpekas att föreskrifterna vad beträffar avfallets sammansättning borde efterlevas.

Mycket papp- och träemballage deponeras fortfarande. Det kemiska avfall, som deponeras i laguner, ser avskräckande ut vid en första anblick. Det erfordras emellertid intyg att kemiskt avfall "inte är giftigt" innan lagunering tillåtes. Med tanke på de vidtagna åtgärderna för uppsamling av förorenat vatten är olägenheterna sammanhängande med dessa laguner sannolikt ringa. I anslutning till den icke färdigställda delen av deponeringsplatsen är ett staket uppsatt för att förhindra att lätt avfall av vinden förs ut i angränsande terräng. Denna åtgärd kan rekommenderas alla deponeringsplatser i bruk.

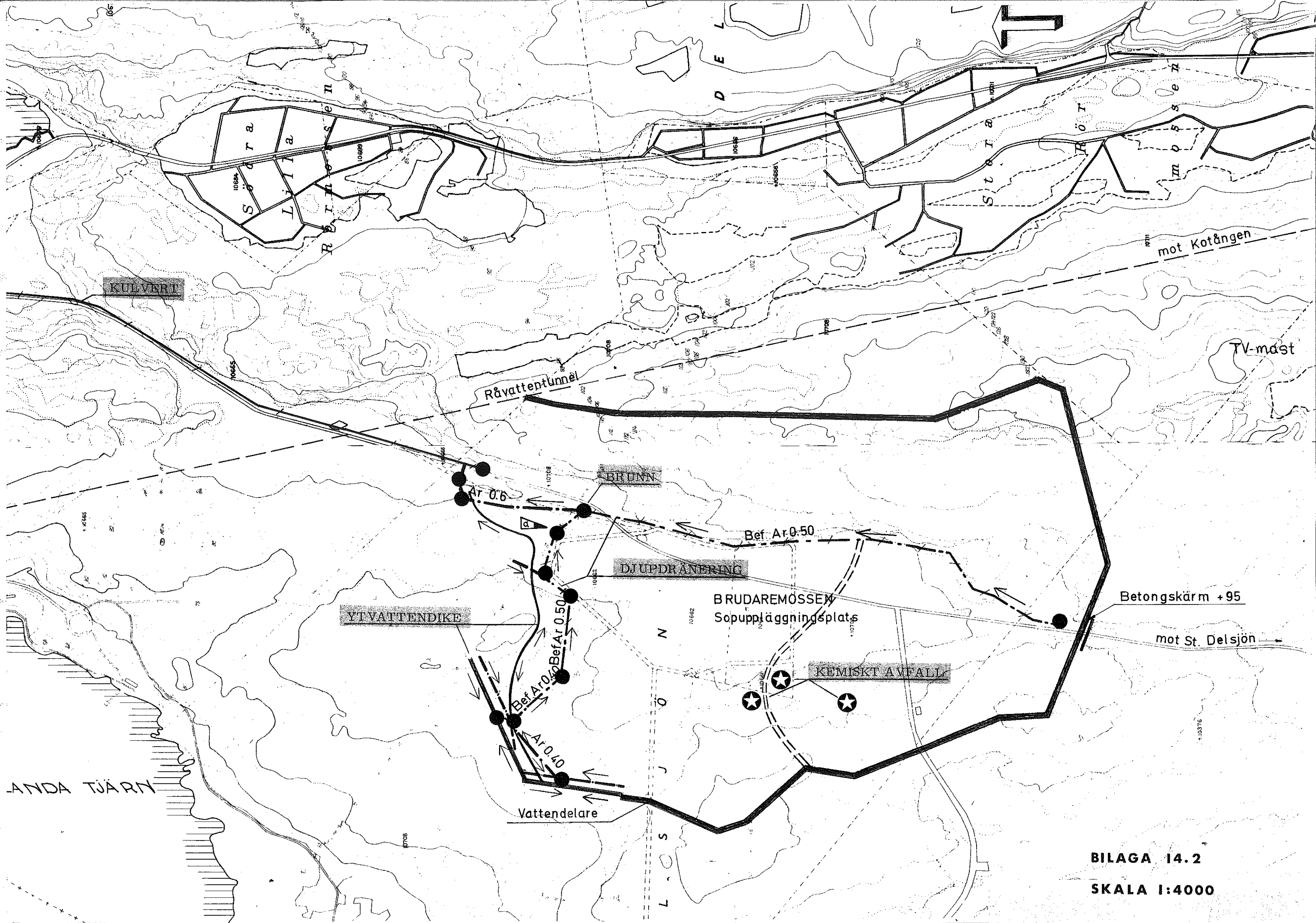
Lakvattnet från Brudaremossen har varit föremål för utredning vad beträffar dess omhändertagande. Det förordade alternativet med fortsatt bortledning till Partilles avloppsledningsnät måste prefereras ur miljöteknisk synpunkt. Det ger dessutom inte några ytterligare anläggningskostnader.

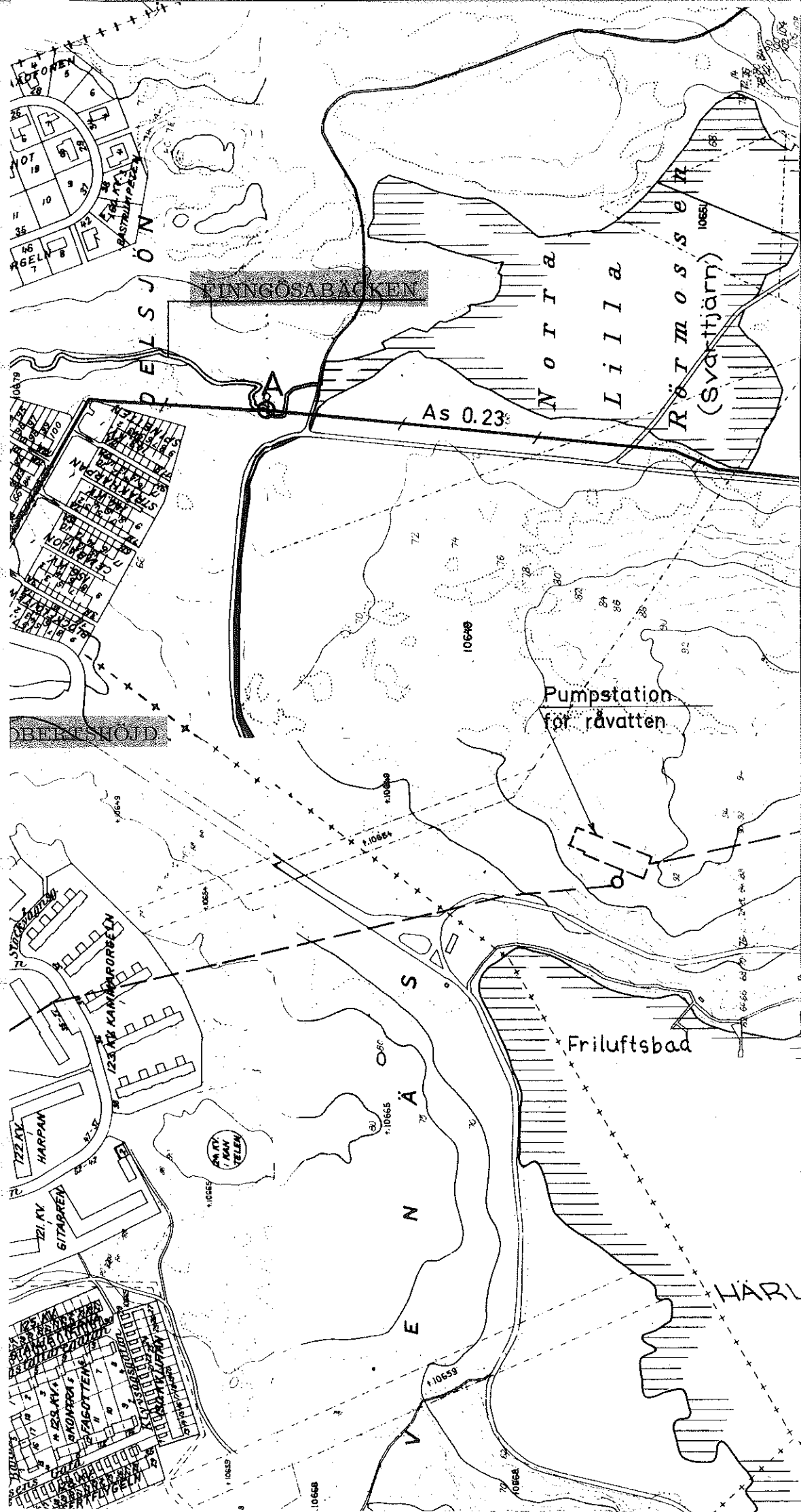
Som slutomdöme vill vi påstå att man trots dåliga förutsättningar har lyckats erhålla en väl fungerande tipp.

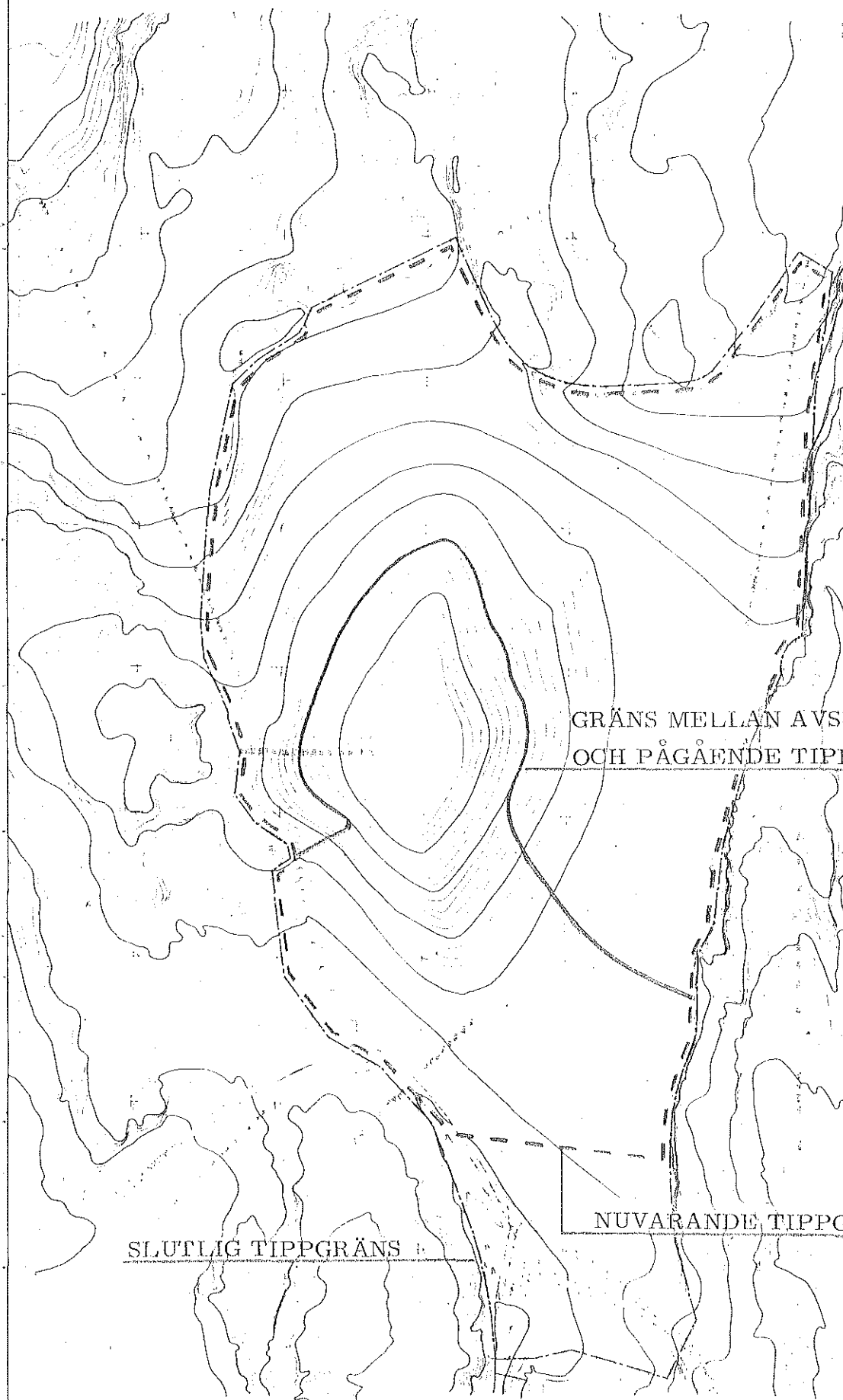
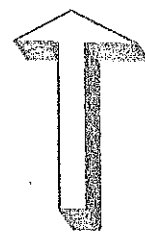


BILAGA 14.1

SKALA 1:30000







GRÄNS MELLAN AVSLUTAD
OCH PÅGÅENDE TIPPNING

SLUTLIG TIPPGRÄNS

NUVARANDE TIPPGRÄNS

BILAGA 14.3

SKALA 1:4000

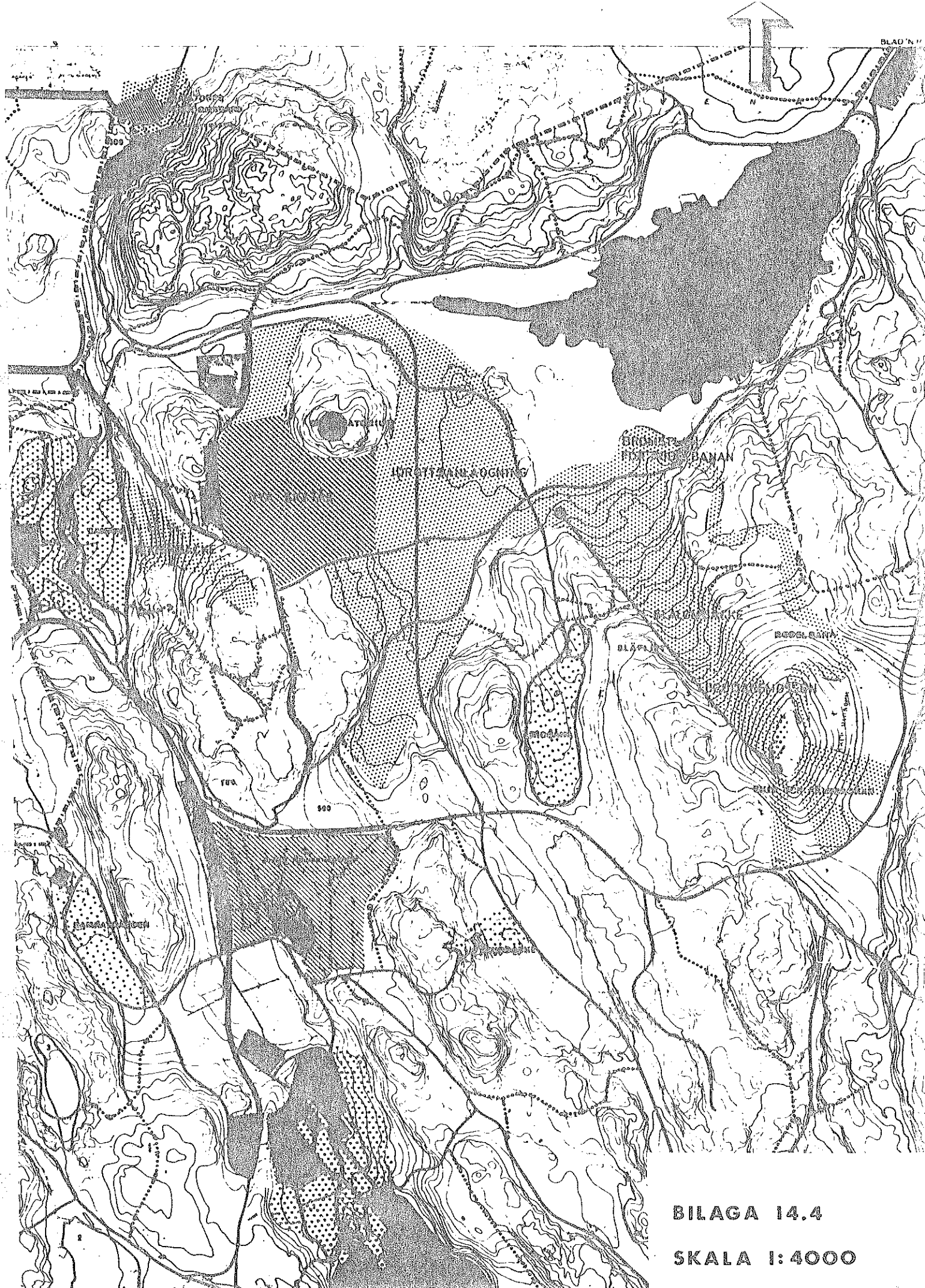




Foto 14.1. Åtskilligt med brännbart avfall.

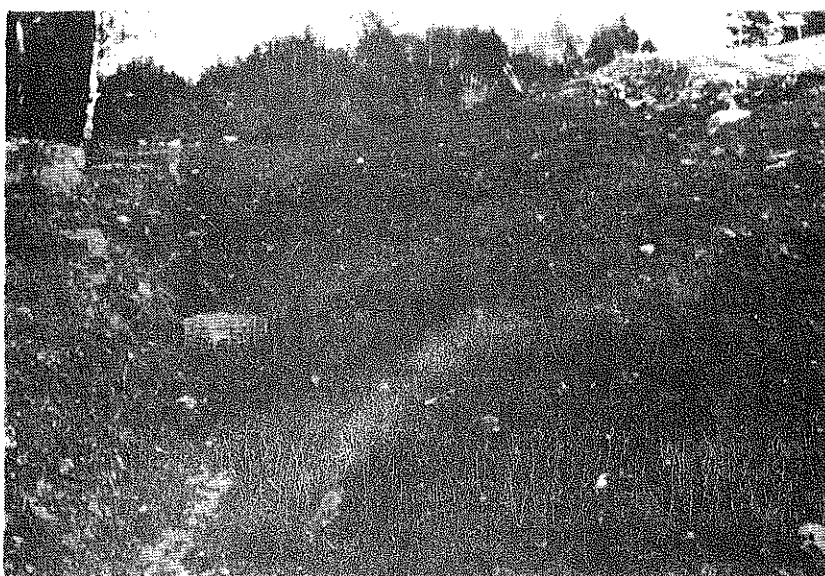


Foto 14.2. Ytvattendike med uppsamlingsbrunn.

LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] Eriksson, E. m fl: Grundvatten. 1970.
- [2] Bygg del 1 B; Rahm, L., Sjöberg, A.: Kap 142, Hydrologi 1971.
- [3] Jordbruksdepartementet och Statens naturvårdsverk: Miljövård, en växande samhällsuppgift. 1972.
- [4] Statens naturvårdsverk: Årsbok. 1971.
- [5] Statens naturvårdsverk: Årsbok. 1972.
- [6] Nilsson, K., SIB: Prövning enligt miljöskyddslagen 1971.
- [7] Bergling, S.: Planering av deponeringsplatser. Stadsbyggnad nr 5, 1972.
- [8] GRAAB: Ansökan om tillstånd till uppläggningsplats av aska, slagg och slam vid Tagene, Göteborg. 1973.
- [9] Svensk författningssamling.
- [10] Cederwall, K. och Eriksson, A.: Avfallstippar ur hydrologisk synpunkt. Inst. för vattenbyggnad. Intern skrift nr 14, 1972.
- [11] Enhörning, B.: DAFEKA - Destruktionsanläggning för ej komposteringsvilligt avfall. 1972.
- [12] Statens institut för byggnadsforskning och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut: Klimatdata. 1972.
- [13] Todd, D. K.: Ground water hydrology. 1959.
- [14] VIAK: PM angående dräneringsvattnet från Brudaremossens soptipp i Göteborg 1970.
- [15] VIAK: PM beträffande utredning om förslag till eventuell restaurering av Svarttjärn. 1970.
- [16] GAKO: Delsjöreservatet, planutredning. 1967.

- [17] GAKO: Brudaremossen, utredningsuppdrag. 1968.
- [18] Markkonsult AB: Marks kommun. Avfallshantering. Översiktlig utredning 1973.
- [19] Markkonsult AB: Förslag till deponeringsplan för sågverksavfall på fastigheten Örlanda 9:1, Borgstena socken, Fristads kommun, Älvsborgs län. 1972.
- [20] VIAK: Lerums kommun. Deponeringsplats vid Hultet. Översiktlig principutredning. 1972.
- [21] Orrje och Co Scandiakonsult: Miljövård. Orrjekontakt nr 27 - november 1972.
- [22] Pettersson, A.: Kemiskt avfall. K-kontur nr 4, 1970.
- [23] GSR: Utredning angående omhändertagande av kemiskt avfall i Göteborg med förslag om administrativ handläggning och praktisk verkställighet inför det utökade kommunala renhållningsansvaret från den 1. 1. 1973. 1972.
- [24] Bergling, S. och Grönquist, S. VBB: Sophantering (föredrag)
- [25] Lehto, E. och Lewis-Jonsson, D. KTH: Avfallsbehandling. 1972.
- [26] von Heidenstam, O.: Avfallshantering - metodik i utveckling.
- [27] Forsberg, B.: Nya processer skall minska mängderna kemiskt avfall. Ny teknik nr 12, 1973.
- [28] Höjlund, A. K-konsult: Bilskrotning. K-kontur nr 4, 1970.
- [29] Byggnadsvärlden nr 9, 1970: Avfall
- [30] Björe, S. : Tipp med krossade hushållssopor ekonomisk deponeringsmetod. Hygienisk revy nr 5, 1971.
- [31] Näslund, G. och Sandström, M., KTH: Återanvändning av fast avfall - en framtida storindustri? Kemisk tidskrift nr 11, 1971.

- [32] Gräslund, G.: Avfallspapper viktig råvara - Brukens behov ökar kraftigt - Soptimmarna svår konkurrent. Hygienisk revy nr 8, 1970.
- [33] EFTAPA - symposium: Destruktion av plast i avfall och sopor. Plastvärlden nr 9, 1970.
- [34] K-konsult: Slamdisponering inom Stockholms län. 1972.
- [35] Karlsson, H. och Yhland, E.: Öppen avfallskompostering - försöksverksamhet på Kovikstippen 1970-71. A. Z. Sellbergs AB 1971.
- [36] Statens offentliga utredningar 1969:18: Ett renare samhälle.
- [37] Orrje och Co Scandiaconsult: Renhållningsplanering etapp II. Norra och mellersta Bohuslän.
- [38] K-konsult: Deponering av avfall. Checklista med synpunkter och rekommendationer.
- [39] Hansson, A.: Barken som miljöproblem. Modern byggt teknik nr 1, 1973.
- [40] Bonta, A.: Barktipparna allt större problem för miljön. Miljöaktuellt nr 2, 1973.
- [41] GRAAB: Regional uppläggningsplats - Tagene. Teknisk beskrivning 1973.
- [42] Bodin, I: Vad är avfallsolja? Oljeskydd nr 3, 1971.
- [43] AIB: Rockwool AB, Skövde kommun. Hydrogeologisk utredning rörande planerade deponeringsplatser vid Skövde, 1972.
- [44] AIB: Geohydrologisk utredning rörande planerad avfallstipp på fastigheten Veland 9:1, Älvsborgs län. 1972.
- [45] Fleetwood, Å: Urbant påverkat grundvatten. Vatten nr 2, 1969.

KONTAKTER

<u>Markkonsult AB, Borås</u> Ing. Gunnar Jonsson Ing. Gösta Olsson	033/131460
<u>Marks kommunkontor, Kinna</u> Byråföreståndare Holmqvist	0320/13060
<u>Lerums kommun, Lerum</u> Byggnadschef Sven-Erik Aljered Assistent Sven Svensson	0302/50000
<u>Mölndals kommun, Mölndal</u> Byråingenjör Andreass Kutti	031/272080
<u>Göteborgsregionens avfalls AB, GRAAB</u> Vkstl. dir. B. Rundqwist	031/800300
<u>Göteborgs stads renhållningsverk</u> Byråingenjör B. Edlund	031/800300
<u>VIAK, Göteborg</u> Civilingenjör J. Plonaitis	031/813120
<u>Orrje och Co; Scandia konsult, Göteborg</u> Civilingenjör B. Troedsson	031/177580
<u>K-konsult, Göteborg</u> Byggn. ing. K. Niklasson	031/176670
<u>AIB, Göteborg</u> Civilingenjör John Berry Civilingenjör B-Å Möller Geolog Anders Eriksson	031/420060 08/630020

Institutet för vatten- och luftvårdsforskning,
Stockholm

08/222540

Herr H. Hargbäck

Statens Naturvårdsverk, Stockholm
Byråchef A. Hansson

08/981800

Meddelanden från institutionen för vattenbyggnad

Chalmers tekniska högskola

1. Reinius, E.: Spänningar och deformationer i Krokströmmens valvdamm. 1954.
2. Reinius, E.: The Stability of the Slopes of Earth Dams. 1955.
3. Reinius, E.: En teori om betongens deformation och brott. 1955.
4. Reinius, E.: Model Studies for the Extensions of the Harbour of Gothenburg. 1956.
5. Reinius, E.: Avbördningen genom utskov med spettluckor. 1956.
6. Reinius, E.: Hydraulisk utformning av tubintag till underjordiska kraftverk. 1956.
7. Reinius, E.: Modellundersökning av erosion i ett broläge. 1956.
8. Hedar, P.A.: Strandskoning vid vägbank utmed Vättern. 1960
9. Rahm, L. och Cederwall, K.: Havsutsläpp av avloppsvatten. 1963.
10. Hasselström, B., Rahm, L. och Scherman, K.A.: Methods for the determination of the physical and mechanical properties of rock. 1964.
11. Forsberg, J.: Strömning och förluster i krökar hos kanaler och rännor. 1959. (Lic.avh.)
12. Hedar, P.A.: Turinge kraftverk. Modellförsök omfattande vattenvägar-
na och flötningsförhållandena vid Turinge kraftverks nedre del. 1960.
13. Mattson, A.: Gravitationsvågors reflexion. 1962. (Lic.avh.)
14. Cederwall, K.: Det initierande blandningsförloppet vid utsläpp i reci-
pient. 1962. (Lic.avh.)
15. Cederwall, K.: Det initierande blandningsförloppet vid utsläpp i reci-
pient. Laborieundersökning. 1963. (Lic.avh.)
16. Andersson, S.: Stabilitet hos skyddslager av ensartad sten i rinnande
vatten. 1963. (Lic.avh.)
17. Andersson, S.: Bestämning av bergets deformationsegenskaper vid
tryckkärl i berg. 1963. (Lic.avh.)
18. Rahm, L. och Andersson, S.: Lastfördelning av trycktuber i berg. 1963.
19. Rahm, L. Vattenreningsverk Lackarebäck. Modellförsök omfattande för-
sedimenteringsbassänger i anslutning till intag i Göta Älv. 1963.
20. Rahm, L. och Lindvall G.: A laboratory investigation of transient
pressure waves in prestressed concrete pipes. 1963.
21. Cederwall, K.: Flödesfördelningar. Dimensionering av diffusorer. 1964.
22. Rahm, L. och Sjöberg, A.: A laboratory investigation on the effect of
pneumatic barriers on density currents. 1965.
23. Rahm, L. och Cederwall, K.: Submarine disposal of sewage. 1965.

24. Rahm, L. och Appelgren, B.: Avfallsdamm Luossavaara-Kirunavaara AB. (Lab. undersökning betr. användbarheten av ensartad makadam 0-30 mm som filtermaterial mot moig morän). 1965.
25. Rahm, L.: Modellförsök för Borgforsens kraftverk. 1965.
26. Rahm, L. och Cederwall, K.: Malmö avlopp. Utredning rörande utformning av spridningsanordning för ny utloppsledning från Sjölanda avloppsreningsverk. 1965.
27. Rahm, L.: Hälsingborgs hamn. Utredning beträffande vågförhållanden och färjerörelser i samband med anläggande av nya tågfärjeleden. 1965.
28. Cederwall, K.: Turbulenta blandningsförlopp. 1965.
29. Cederwall, K.: Spridningsförsök med spårämnen. 1966.
30. Cederwall, K.: Ytvattenstudier med parallelldoserade spårämnen. 1966.
31. Cederwall, K.: Rationell bedömning av avloppsutsläpp i havet. 1966.
32. Sjöberg, A.: Om täthetsskiktad tvålagerströmning. 1966.
33. Appelgren, B.: Erosionsstabilitet vid framträngande grundvatten. Erosionsangrepp av upprepad vattenytfluktuation. 1966. Lic. avh.
34. Rahm, L.: Tripolis hamn. Utredning beträffande vågrörelser i hamnen och utformning av vågbrytare. 1967.
35. Cederwall, K.: Jet diffusion. Review of model testing and comparison with theory. 1967.
36. Rahm, L. och Appelgren, B.: A study on seepage surface erosion in noncohesive soils. 1967.
37. Cederwall, K.: Tracer studies on turbulent diffusion and dispersion. 1967.
38. Sjöberg, A.: Diffusive properties of interfacial layers. 1967.
39. Sjöberg, A.: Strömningshastigheter kring luftbubbelridå i täthetshomogent och stillastående vatten. 1967. (Lic. avh.)
40. Sjöberg, A.: Reducering av täthetsberoende utbytesströmning med hjälp av luftbubbelridå. Luftbubbelridå mot saltvattenuppträngning i flodmynningar. 1967. (Lic. avh.)
41. Rahm, L.: Hydrauliska recipientfrågor inom vattenvården. 1967.
42. Cederwall, K.: Hydraulics of marine waste water disposal, 1968. (Doktorsavhandling).
43. Orienteringskurs i naturmiljövård. 1969.
44. Cederwall, K. och Hansen, J.: Tracer Studies on Dilution and Residence Time Distribution in Receiving Water. 1968.
45. Cederwall, K. och Sjöberg, A.: Kylvattenutsläpp från värmekraftverk. 1969.
46. Miljökunskap. Vt 1970.
47. Cederwall, K.: Instability of Surface Water Waves. 1970.

48. Cederwall, K.: The Oslo Fjord. A model for circulation and diffusion of discharged sewage. 1970.
49. Sjöberg, A.: Djuputsläpp bättre i fjordar? 1970.
50. Sjöberg, A. och Carstens, T.: Trapping of outfall constituents behind sills. 1970.
51. Rodesjö, B.: Rohdin, L. och Ringqvist, S.-E.: Strömkorsmätningar i Byfjorden. Ex. arb. 1970:2.
52. Gilljam, D. och Österlind B.: Strömkors. Ex. arb. 1970:5.
53. Lindestam, B. och Ljunggren, O.: Hydrologisk undersökning av ett mindre nederbördsområde med speciell inriktning på enhetshydrografens tillämpning. Ex. arb. 1970:10.
54. Cederwall, K. och Ditmars, J. D. Analysis of Air-bubble Plumes. 1970. Utgiven vid Cal. Tech. USA:
55. Cederwall K.: Dispersion Phenomena in Coastal Environments. 1970. Utgiven vid Cal. Tech. USA.
56. Cederwall, K.: A Research Appointment at the California Institute of Technology. 1971.
57. Cederwall, K.: Horizontal Surface Discharge of Warm Water Jets. PO 1, Proc. of the A. S. C. E., Jan. 1971.
58. Cederwall, K.: Mål och medel i miljövård. Väg- och vattenbyggaren nr 3, 1971.
59. Bergdahl, Lars: Ice Pressure against Light Houses. Juni 1971.
60. Cederwall, K.: Buoyant Slot Jets Into Stagnant or Flowing Environments. Utgiven vid Cal. Tech. USA. April. 1971.
61. Cederwall, K.: Utloppsledningar. 1971.
62. Cederwall, K.: A Float Diffusion Study. Särtryck från Water Research. 1971.
63. Cederwall, K.: Göta Älv. Interimsrapport 1971.
64. Cederwall, K.: Modeling Water Movements and Diffusion in Lakes. 1972.
65. Häggström, S.: Ingenjörstekniska aspekter på värmeutsläpp från värmekraftverk. Rapport från en kurs vid M. I. T. sommaren 1971.
66. Cederwall, K.: Dimensional Considerations Applied to Some Diffusion Problems. Maj 1972.
67. Cederwall, K.: Flödesmodeller för icke-stationär transitering av vatten 1972.
68. Claesson, O. och Larsson, L.-G.: Göta Älv. Fältmätningar. Examensarbete 1972:2.
69. Cederwall, K. och Sellgren, A.: Polymeradditiv. Undersökning av polymeradditivs friktionsnedsättande effekt vid rörströmning..
70. Hermansson, L. E., Petersson, S.-E., Tolstoy, N.: Mölndalsån. En hydrologisk-regleringsteknisk studie.

71. Cederwall, K.: Rapport till IVA rörande besök i Sovjetunionen inom ramen¹⁷² för akademiernas forskarutbyte. 1973.
72. Häggström, S.: Skaleffekter i laboratoriemodeller för varmvattenutsläpp. Juli 1973.
73. GÖTA ÄLV. Undersökning av longitudinell dispersion. Ex. arb. 1972:3 av Göran Bergman och Bengt Vernmark.
74. Arnell, V.: Dimensioneringsregn för projektering av Dagvattenledningar i Göteborg. Göteborg 1973 .
75. Hydrologiska synpunkter på deponeringsplatser för fast avfall-fältundersökning i göteborgsområdet. Ex. arb. 1973:4 av Mats Johansson och Ake Johansson.