



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R140: 1979

**Dagvattenavledning
genom infiltration,
magasinerings och
perkolation**

Runar Andersson

Bo Carlstedt

Kjeld Paus

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VATTEN- OCH VATTEN

R140:1979

DAGVATTENAVLEDNING GENOM INFILTRATION,
MAGASINERING OCH PERKOLATION

Runar Andersson
Bo Carlstedt
Kjeld Paus

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
730559-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till BPA Byggproduktion AB och Orrje & Co -
Scandiaconsult, Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R140:1979

ISBN 91-540-3131-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 958843

INNEHÅLL

FÖRORD	7
1 BAKGRUND	9
2 MÅLSÄTTNING	11
3 LITTERATURINVENTERING	13
4 IN SITU-PROVTAGNING JORD OCH GRUNDEVATTEN	15
4.1 Lågtrafikerade ytor	15
4.1.1 Platsval	15
4.1.2 Trafikintensitet	15
4.1.3 Provtagningar	16
4.1.4 Resultat	16
4.2 Starkt trafikerade ytor	17
4.2.1 Platsval	17
4.2.2 Trafikintensitet	17
4.2.3 Provtagningar	18
4.2.4 Resultat	18
4.3 Utvärdering	19
5 FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR	23
5.1 Försöksanläggningar för lågtrafikerade ytor vid Tullinge Gård	24
5.1.1 Försöksanläggning för perkolation . . .	24
5.1.2 Försöksanläggning för infiltration . . .	33
5.1.3 Slutet magasin i mark	38
5.2 Försöksanläggningar för starkt trafikerade ytor vid Södertälje och Snättringe . . .	41
5.2.1 Försöksanläggning för perkolation vid Södertälje	41
5.2.2 Försöksanläggning för infiltration . . .	49
5.3 Utvärdering	52
5.3.1 Perkolationsmagasin	52

5.3.2	Infiltration	56
6	KOSTNADSJÄMFÖRELSE	59
6.1	Ronnebyprojektet	59
6.1.1	Konventionell lösning	60
6.1.2	Lokalt omhändertagande	60
6.1.3	Resultat	61
6.2	Viksjöprojektet	64
6.2.1	Konventionell lösning	64
6.2.2	Lokalt omhändertagande	64
6.2.3	Resultat	65
6.3	Utvärdering	66
7	SAMMANFATTANDE UTVÄRDERING	67
8	DRIFT OCH UNDERHÅLL AV ANLÄGGNINGAR FÖR LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN	71
8.1	Perkolationsmagasin	72
8.2	Volymmagasin	73
8.3	Infiltrationsytor	73
8.4	Täckdike	75
8.5	Dagvattenledning för överskottsvatten	75
8.6	Snöuppläggning	75
9	PROJEKTERING FÖR LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD)	77
9.1	Planering	77
9.2	Vägledning vid typval	77
9.3	Principutförande och dimensionering	87
9.3.1	Infiltration	87
9.3.2	Perkolation	87
9.3.3	Dräneringsmagasin	90
9.3.4	Volymmagasin	91

10	NOMENKLATUR	93
11	LITTERATUR, REFERENSER	97
	SAMMANFATTNING	99

FÖRORD

Hösten 1971 beviljade Statens råd för byggnadsforskning (BFR) medel till en första etapp av regnvattenavledning på nytt sätt. Det handlade då om lokalt omhändertagande av regnvatten från takytor. Slutrapporten avlämnades hösten 1973 och publicerades under namnet "Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation" R 23:1974. Rapporten innehöll även förslag till fortsatt forskning. BFR beviljade medel härför 1974.

I denna andra etapp har vi undersökt möjligheterna och förutsättningarna för att lokalt kunna omhändertaga även dagvatten från gång- och körytor inom bebyggelseområden genom infiltration och/eller magasinering.

Mot bakgrund av ett starkt engagemang från BFR:s sida har under tiden en geohydrologisk referensgrupp bildats för att lämna synpunkter och förslag till inriktning och samordning av den inom området ökande forskningen. För närvarande arbetar ett stort antal forskare med hithörande problem. Huvuddelen av denna forskning har ägnats åt dagvatten. Mot bakgrund av de positiva, miljömässiga effekter som det nya sättet medför och de positiva resultat som hittills framkommit ur forskningen kan de engagerade forskarna nu hävda att dagvatten är en resurs som man bör försöka tillvarata i den byggda miljön. Hittills har samhällsplanerarna ansett att dagvattnet så snabbt som möjligt måste bort från bebyggelseområden och har konstruerat för detta synsätt anpassade avloppssystem.

Utanför anslaget från BFR och med bidrag i form av betongrör och rördelar från Botkyrka kommun, gatukontoret, har vi även utfört och uppföljt ett slutet magasin i mark, s k volymmaganin, som medtages i rapporten. Vi framför härmed ett tack till Botkyrka kommun för dess intresserade medverkan.

Under intryck av den nya nomenklaturen i Mark AMA 72 och VA-byggnorm användes i rapport R 23:1974 benämningen "regnvatten" i stället för det tidigare använda "dagvatten". Benämningen "regnvatten" har emellertid i praktiken visat sig ha otillräcklig genomslagskraft. När vi nu lämnar slutrapport för den andra etappen har vi ansett det lämpligast att återgå till namnet "dagvatten".

Runar Andersson, BPA och Bo Carlstedt, Orrje & Co Scandia-konsult har haft ansvaret för planering av försöksanläggningarna och för uppföljningen på respektive platser. Kjeld Paus, BPA har varit projektledare. Gruppen har tillsammans lagt upp forskningsprogrammet, utvärderat resultaten och skrivit rapporten.

Runar Andersson

Bo Carlstedt

Kjeld Paus



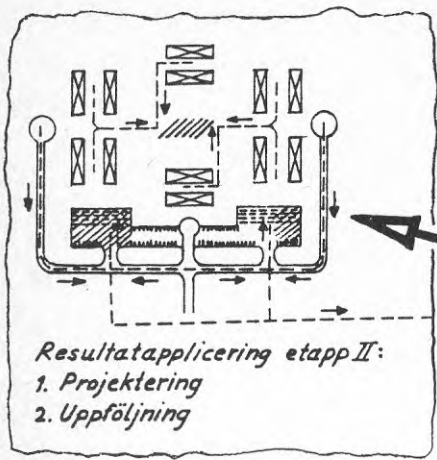
Hösten 1973 inlämnades manuskript till BFR-rapport enligt anslag D 924 med titeln "Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation". Rapporten fick nummerbeteckningen R 23:1974. I en separat forskningsuppgift har tjälens inverkan på perkolationsmagasin och dess omgivning undersökts. Rapporten har utgivits under beteckningen R73:1978. I forskningsuppgiften "Komplettering av kombinerade ledningar med magasin vid källan" har undersökts ekonomin vid tillämpning för sanering i tätort. Rapporten har utgivits under beteckning R 40:1976.

I rapport R23:1974 som omfattar första etappen av uppgiften "Dagvattenavledning på nytt sätt" konstateras att 40 å 50 procent av dimensionerande flöde till konventionell dagvattenledning utgörs av regnvatten från takytor och att detta vatten enligt rapportens resultat helt eller delvis kan avlastas ledningsnätet genom att man använder sig av perkolationsmagasin eller utjämningsmagasin i form av porösa fyllningar i mark.

Resterande 50 å 60 procent av dimensionerande flöde till konventionell dagvattenledning utgörs av övrigt dagvatten, dvs vatten från framför allt hårdgjorda markytor inom den byggda miljön.

Den fortsatta forskningen har därför nu inriktats mot att klarlägga förutsättningarna för och möjligheterna till omhändertagande av detta mera förorenade dagvatten i perkolations- eller utjämningsmagasin samt genom avledning till infiltrationsytor.

Hela forskningsuppgiftens uppläggning illustreras av fig. 1. Denna rapport omfattar etapp II.

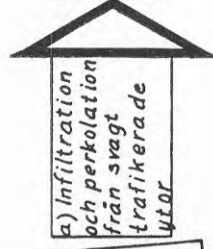


Resultatapplicering etapp II:
 1. Projektering
 2. Uppföljning

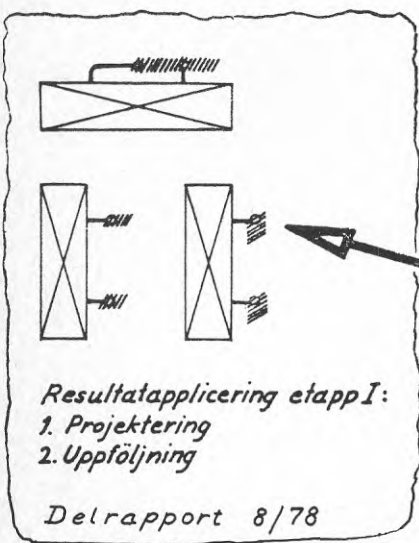
Tjäle : R73:1978

Sanering: R40:1976
 tätort

Resultat
 1. Erfarenhetsredov. från försök betr. funktion och förorenings-spridning i infiltrationsområdet
 2. Projekteringsråd för brunnar och magasin för utjämning och perkolation.



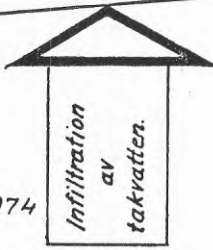
Resultat
 1. Erfarenhetsredov. från försök.
 2. Projekteringsråd fördröjningsmagasin och perkolationsmagasin



Resultatapplicering etapp I:
 1. Projektering
 2. Uppföljning

Delrapport 8/78

R23:1974



Etapp I: jan. 1972 - juni 1973

Etapp II: okt. 1973 - okt 1978

Tidsförlopp och
 forskningsstapper

Fig 1. Schematisk redovisning av forskningsstapperna I och II: "Regnvattenavledning på nytt sätt" (spridd dagvattenavledning)

MÅLSÄTTNING

Målsättningen för denna etapp har i första hand varit att så långt möjligt få svar på följande tre frågeställningar:

- a) Kan dagvatten från gångstråk, obetydligt fordonstrafikerade ytor, bollplaner etc infiltreras i anlagda, gröna ytor, och kan detta göras utan risk för skadliga föroreningseffekter?
- b) Kan dagvatten från starkt fordonstrafikerade ytor infiltreras i marken, och kan detta ske utan risk för skadliga föroreningseffekter?
- c) Hur bör infiltrationsytor, intagsbrunnar, ledningssystem och magasin utformas för att åstadkomma tillfredsställande ytavrinning, avskiljning av fasta partiklar, utjämningsseffekt i magasin och perkolationsseffekt?

I anslutning härtill skall ekonomiska konsekvenser av att tillämpa det nya sättet att omhänderta dagvatten i bebyggd miljö belysas. Bakom denna delmålsättning ligger insikt om svårigheten att få igenom förbättringsförslag om osäkerhet föreligger beträffande kostnadskonsekvenserna härav för samhället som helhet.

De frågor som denna rapport handlar om har beröring med flera olika vetenskaper såsom hydraulik i jord, igensättningsmekanismer eller filterteknik, vattenkemi, biologisk och zoologisk ekologi, geoteknik och inte minst VA- och vägbyggnadsteknik.

Helt naturligt finns därför en vittomfattande forskning genomförd inom dessa vetenskaper, som har anknytning till den aktuella uppgiften.

En särskild litteraturgenomgång inom området för dagvatteninfiltration har med medel från BFR utförts under ledning av Bengt Hultman och finns redovisad som publikation 75:1 KTH, avdelningarna för Vattenförsörjnings- och avloppsteknik samt Vattenkemi och kallas "Konstgjord regnvatteninfiltration - en litteraturgenomgång", författad av Lars Andersson och Fred Nyberg.

Intresserade hänvisas till den omfattande litteraturlista som finns i sistnämnda rapport. I här föreliggande rapport har en särskild, mera begränsad referenslista medtagits, som även innehåller annan litteratur än den i KTH-rapporten.

4. IN SITUPROVTAGNING JORD OCH GRUNDVATTEN

Som en första deluppgift av etapp II har ingått in-situ provtagning på jord och grundvatten under diken invid gator som varit utsatta för biltrafik under minst 15 år. Ett program för dessa provtagningar upprättades i samråd med Statens naturvårdsverk och proverna togs omedelbart därefter.

Två platser utvaldes, den ena en väg med relativt låg trafikintensitet och den andra en trafikled med hög trafikintensitet. Vid vardera av dessa två platser utvaldes två provtagningspunkter, den ena i vägdiket och den andra på större avstånd från vägen.

Provtagningarnas omfattning framgår nedan:

1. Jordprov i evaporationszonen (ca 1 dm)
2. Jordprov i transpirationszonen (rotzonen
nedre del)
3. Jordprov i intermediärzonen (mellan rotzon
och kapillärzon)
4. Jordprov i kapillärzon
5. Grundvattenprov i grundvattenzonens övre del

Jordproverna skulle analyseras i avseende på halter av bly, zink, järn och kvicksilver och grundvatten i avseende på BS och fysikalisk-kemisk normalundersökning.

4.1 LÅGTRAFIKERADE YTOR

4.1.1 Platsval

Som lämplig plats för provtagningar invid lågtrafikerad gata utvaldes Parkhemsvägen i Botkyrka kommun, ca 160 m från korsningen Parkhemsvägen-Katrinebergsvägen på södra sidan om vägen, där denna går med innerkurva mot vägdiket och har en längd lutning från uppströmssidan av ca 30 o/oo.

En provpunkt (7410) valdes i vägdiket i en punkt dit dagvattnet avrinner från en vägyta av ca 250 m².

En annan provpunkt (7411) valdes 12 m vinkelrätt in från vägdiket mot söder i obebyggd mark.

4.1.2 Trafikintensitet

Trafikintensiteten på Parkhemsvägen öster om Katrinebergsvägen har under perioden 1955 till 1972 ökat från ca 120 till ca 300 personbilar per dygn medan bussar och lastbilar beräknats ha varit konstant ca 35 fordon per dygn under samma period. Uppgifterna är hämtade från Botkyrka gatukontor (trafikräkning 1968) och Statistisk månadsskrift för Stockholm.

4.1.3 Provtagningar

I vägdiket (7410) har jordprover tagits på djupen 0,1 m (evaporationszon), 0,25 m (transpirationszon) och 0,9 m. Transpirations- och kapillärzonerna var här nära intill varandra och intermediärzon saknades. Grundvattennivån var 0,5 m under markytan. Jordarterna var svallmaterial på morän. Prov har tagits av grundvatten i morän.

I moränslutningen vid jämförelseprovtagningsspunkten (7411), 12 m från vägen där grundvattnet rör sig nedåt mot vägdiket, har jordprover tagits på 0,1 m (evaporationszon), 0,3 m (transpirationszon), 0,7 m (intermediärzon) och 0,9 m (kapillärzon). Även här har grundvattenprov tagits.

4.1.4 Resultat

Jordprovernas halter av tungmetaller har bestämts enligt följande förfarande: 100 g av vått prov plus 100 ml destillerat vatten skakas i en kolv under 8 timmar. Provet centrifugeras och metallhalterna bestäms i den klara vattenfasen.

Oljehalten har bestämts på följande sätt: Viss mängd av provet skakas med kloroform för lösning av oljan. Kloroform med löst olja dekanteras och filtreras efter sedimentation av jorden, kloroformen indunstas och oljan, som finns kvar, väges.

Resultaten av jordprovsanalyserna är sammanställda i tabell 4.1.4a och av grundvattenanalyserna i tabell 4.1.4b.

Tabell 4.1.4a. Sammanställning av jordprovsanalyser från Parkhemsvägen (lågtrafikgata)

Prov- punkt nr	Djup m	Torr- halt %	Kolväte mg/kg	Järn Fe mg/kg	Bly Pb mg/kg	Zink Zn mg/kg	Kvick- silver Hg µg/kg
7410 i väg- dike	0,1	71,7	39	7,9	0,42	8,0	21
	0,25	75,1	13	3,3	0,19	0,19	23
	0,9	74,5	31	1,0	0,06	-	
7411 12 m fr väg	0,1	69,8	359	12,9	0,09	0,03	-
	0,3	80,3	426	40,3	0,05	0,03	-
	0,4	84,8	369	22,5	<0,05	0,03	11
	0,7	73,4	517	1,8	<0,05	0,02	12
	0,9	82,5	16	1,2	<0,05	0,03	-

Tabell 4.1.4b. Sammanställning av grundvattenanalyser
Parkhemsvägen (lågtrafikyta)

Prov punkt	Spec ledn- förmåga $\times 10^6 \text{ohm}^{-1}$	Perman- ganat- förbr KMnO_4	pH	Total hård- het Ca	Total hård- het	Järn Fe
nr	cm^{-1}	mg/l		mg/l	$^{\circ}\text{dH}$	mg/l
7410 (i vägdike)	360	11	9,0	41	5,8	9,1
7411 (13 m fr väg)	165	13	9,0	18,5	2,6	8,5
<u>forts</u>	Alkali- tet HCO_3	Klorid Cl	BS_7	Zink Zn	Bly Pb	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
7410	27	62	6	<0,5	0,05	
7411	9	5	5	<0,05	<0,05	

4.2 STARKT TRAFIKERADE YTOR

4.2.1 Platsval

En lämplig plats med långvarig, hög trafik för in situ-provtagning är Sockenvägen i Stockholm, Ca 300-350 m väster om Huddingevägen, där Sockenvägen längdlutar 4 o/oo, har två provtagningspunkter utvalts i botten av norra vägdiket, den ena 0,5 m från en regnvattenbrunn (7408) och den andra mitt emellan två regnvattenbrunnar (7409). Vidare har en jämförelsepunkt (7407) valts ute på ett tidigare odlat men fortfarande obebyggt fält ca 100 m söder om Sockenvägen mitt för punkterna 7408 och 7409.

4.2.2 Trafikintensitet

Trafikintensiteten på Sockenvägen vid provtagningspunkterna saknas för åren 1961-1966. Den synes dock ha ökat relativt rätlinjigt vad gäller personbilar från 10 200 bilar per dygn år 1957 till 24 500 bilar per dygn år 1967 och har därefter varit konstant mellan 24 000 och 25 000 fordon per dygn.

Bussar och lastbilar har bedömts med hänsyn till fördelningen mellan personbilar och övriga fordon vid tullarna. Antalet bussar och lastbilar har på den grundvalen beräknats till ca 3 500 fordon per dygn, nära konstant under samma period.

4.2.3 Provtagningar

Borrhålen i vägdiket är nedförda genom lera och dräneringsgrus till stopp mot sten eller betong. Provtagningsdjupen är 0,1 m (evaporationszon), 0,25 m (transpirationszon), 0,7-0,8 m (intermediärzon) och 1,8 m (7408) respektive 0,85 m (7409), vilka senare nivåer är de djupaste som kunnat nås på grund av hinder. Något grundvatten eller någon kapillärzon fanns ej vid provtagningsstillfället.

Vid punkt 7407 på fältet togs prover på 0,1 m (evaporationszon), 0,35 m (transpirationszon), 1,0 m (intermediärzon) och 1,8 m (lös lera). De översta tre proverna är tagna i torrskorpelera. Ej heller här kunde grundvattenprov erhållas, trots att särskilt samlingsrör nedsattes i borrhålet och fick stå en längre tid.

4.2.4 Resultat

Jordproverna har analyserats på samma sätt som proverna från Parkhemsvägen och resultaten av halterna uttryckta i mg respektive mikrogram per kilo fuktigt prov framgår av tabell 4.2.4.

Tabell 4.2.4 Sammanställning av jordprovsanalyser från Sockenvägen (högtrafikyta)

Prov- punkt nr	Djup m	Torr- halt %	Kolväte mg/kg	Järn Fe mg/kg	Bly Pb mg/kg	Zink Zn mg/kg	Kvick- silver Hg µg/kg
7407	0,1	82,0	672	11,7	<0,05	0,04	-
	0,35	84,9	127	48,2	<0,05	0,03	-
	1,0	77,7	-	0,11	<0,05	0,02	10
	1,8	71,0	-	0,04	<0,05	0,03	--
7408 (i vägdike 0,5 m fr dagvatten- brunn)	0,1	89,0	672	6,4	0,05	0,02	21
	0,25	84,6	102	2,0	<0,05	0,05	17
	0,8	78,7	< 5	0,09	<0,05	0,02	83
	1,8	95,3	13	0,01	<0,05	0,01	21
7409 (i vägdike mellan två dagvatten- brunnar)	0,1	57,3	1604	1,4	0,07	0,02	33
	0,25	98,6	89	1,8	<0,05	0,13	30
	0,7	97,0	44	0,32	<0,05	0,07	15
	0,85	84,0	315	0,05	<0,05	0,02	9

4.3 UTVÄRDERING

In situprovtagningarna tillsammans med litteraturstudier har syftat till att skapa kännedom om i vilken omfattning föroreningar som normalt finns i dagvattnet från fordonstrafikerade vägytor följer med detta vatten ner genom markens olika skikt mot grundvattnet. Undersökningen har även haft syftet att samla information om hur sådant infiltrerat dagvatten påverkar grundvattnet. Målsättning har därvid varit att om möjligt komma fram till underbyggda åsikter omkring lämpligheten av att lokalt ta hand om sådant förorenat dagvatten genom infiltration och/eller magasinering och perkolation.

De föroreningar som mest allmänt förekommer i dagvatten från trafikytor är:

- sandningssand o dyl av mineraliskt ursprung
- suspenderade olje- och gummirester
- suspenderade mineraliska slitprodukter från vägbanan
- organiska föroreningar
- vägsalt
- vissa tungmetaller

Alla dessa föroreningar från vägytorna följer med dagvattnet ut på slänter och diken.

Det mesta av tungmetallerna i dagvattnet är bundna till mineralkornen (adsorption). Mycket små mängder av ej bundna metaller kan dock finnas. Malmquist 1975 och 1976 påvisar i undersökningar förekomsten av till det suspenderade materialet bundna tungmetaller i dagvatten från trafikytor i Göteborg. Vid bortfiltrering av detta material i ett glasfiberfilter konstaterades att man därigenom kunde reducera blyhalten (Pb) med 93 % samt koppar (Cu) och zink (Zn) med 88 %.

De organiska föroreningarna fastnar i matjordsskiktet där de i likhet med avfall från växterna med tiden bryts ner för att i nya former ingå i det biologiska kretsloppet.

Asfalt och i denna inlöst olja och lättare kolväten är ingredienser i det suspenderade materialet och följer med dagvattnet ut på slänterna genom adsorption till mineralkornen. Provtagningarna (tab 4.2.4) visar att oljerester ej oväntat finns i större omfattning på och i mark belägen strax intill vägbanan än på ställen längre från föroreningskällan. De höga mätvärdena på provstället 7411 12 m från vägen (tab 4.1.4a) måste bero på förekomst av kolväten av vegetabiliskt ursprung i skogsmarken. Oljeprodukter i koncentrerad form är skadligt för växter. I den form och i den omfattning som dessa har förekommit på och i marken intill den starkt trafikerade Sockenvägen synes inga skadeverk-

ningar ha uppstått. En väsentlig orsak härtill kan vara att oljeprodukter med tiden bryts ner i vegetations-skiktet och omvandlas till för växterna ofarligt oorganiskt material. Endast gräsvegetation finns på slänterna. Matjordsskiktet och växtligheten fungerar som ett biologiskt-kemiskt filter.

Vägsaltet på vägbanan löses upp i regn- och smältvatten och rinner ut på slänter och ner i diken där dagvattnet till största delen infiltreras. Vägsaltets klorider är lösliga och följer med markvattnet i rörelsen ner mot grundvattnet. Det är därför rimligt att klorid (Cl) i viss omfattning återfinns i grundvattnet och att mängden Cl är väsentligt större i grundvattenprov taget på plats strax intill vägbanan än 12 m därifrån (tab 4.1.46). I ingendera av fallen är det emellertid fråga om stora och farliga mängder vilket framgår i jämförelse med bestämmelsen om att halten i renvatten måste underskrida 300 mg per liter enligt medicinalstyrelsen 1968. WHO har rekommenderat max 200 mg per liter.

Medan ett flertal tungmetaller är biologiskt nödvändiga är bly (Pb) och kvicksilver (Hg) att rubricera som "miljögifter" (Tyler G m fl 1970).

Den i tabellen registrerade ringa halten av tungmetaller måste ses mot bakgrund av provningsförfarandet. Tungmetaller i jonform binds i regel kemiskt mycket stabilt i jorden. Även tungmetaller i ickejonform fastnar i marken och då framför allt i humusskiktet. Detta sker genom fysikaliska mekanismer. Försök har visat att endast en mycket liten mängd av markens totala blyinnehåll <1 % kan extraheras fram med destillerat vatten och detta även på lokaler där man kan räkna med stor tillförsel av luftburet bly från bilavgaser (Tyler G m fl 1970).

För att rätt kunna bedöma förekomsten och spridningen av bly i naturen kan nämnas att totalhalten av naturligt förekommande bly i sydsvenska moräner kan uppgå till 20-30 mg/kg torrsbstans (Tyler G m fl 1970). Förekomst av bly har registrerats på så från fordonstrafik avlägsna platser som i snöprov på Grönland (Murozumi M m fl 1965) vilket i detta fall visar den atmosfäriska spridningseffekten från föroreningskällor i andra delar av världen.

Halten av "totalbly" på de aktuella platserna överstiger alltså vida de framanalyserade värdena som finns redovisade i tabellerna 4.1.4a och 4.2.4. Detta totalbly är emellertid i olika former fast bundet i framför allt matjordsskiktet och i växterna i detta skikt. (Tyler G m fl 1970, Kloke m fl 1964). De små mängder "fritt" bly som finns registrerat i grundvattenproven från Parkhemsvägen (tab.4.1.4b) behöver ej nödvändigtvis vara tillfört via dagvattnet utan kan delvis ha sitt ursprung i det i marken naturligt förekommande blyet. I vilket fall som helst är förekomsten li-

ten och skall ses mot bakgrund av bestämmelsen om att blyhalten i renvatten måste underskrida 0,10 mg per liter enligt medicinalstyrelsen 1968. WHO har rekommenderat maxgränsvärdet 0,05 mg per liter.

Kvicksilver (Hg) ingår som komponent i olika mineral och deltar dessutom i den atmosfäriska cirkulationen. I kontaktzonen mellan mark och atmosfär råder normalt aeroba betingelser och vissa typiska Hg-former bildas. Matjorden med sin blandning av organogent och minerogent material är en mycket effektiv Hg-sorbent. I såväl sur som alkalisk miljö uppstår föreningen HgS som är mycket svårlös (Tyler m fl 1970).

Förekomsten av kvicksilver som har extraherats fram ur jordproven med destillerat vatten är ej stor. Någon signifikativ skillnad mellan proven tagna utefter den lågtrafikerade Parkhemsvägen och den högtrafikerade Sockenvägen finns ej. Att inga registrerbara kvantiteter erhållits i matjordslager på längre avstånd från vägen torde därför bero på de förhållanden som ovan beskrivits och ej på större avstånd från trafikströmmarna.

Metallen zink (Zn) binds i likhet med tungmetallen bly fysikaliskt och kemiskt i jorden och då framför allt i humusskiktet (Tyler G mfl 1970, Knowles F 1945). Stor koncentration av zink kan inverka negativt på växtligheten. Eftersom en sådan eventuell koncentration blir störst i den översta delen av humusskiktet blir i första hand växter med relativt ytligt rotsystem - exempelvis gräs - angripna.

Medelhalten zink i dagvatten från trafikstråk har uppmätts i Göteborg till ca 0,3 mg per liter. (Malmquist P A m fl 1975). Föroreningen kommer i allt väsentligt från tak och hängrännor och från stolpar och skyltar efter vägarna.

Jordprovsanalyserna från Parkhemsvägen visar en större förekomst av extraherbart zink i prov från humusskiktet i diket än i liknande prov från lokal 12 m från vägen (tab 4.1.4a).

Motsvarande variation och koncentration har ej uppmätts i prov utefter Sockenvägen. Skälen härtill kan vara olikheter betr närhet till lokala föroreningskällor. Olikheter i trafikflöden har som synes ingen påtaglig inverkan på mängden extraherbart zink i jordprover.

Även mängden zink i grundvattenprov från lokaler efter Parkhemsvägen visar samma tendens som i de ytliga jordproven. Förekomsten av zink är större i prov nära vägen än längre därifrån. Mängderna är dock fortfarande små < 0,5 mg per liter. WHO har rekommenderat ej högre halt än 5 mg per liter i renvatten. Medicinalstyrelsen anser att om halten zink överstiger 1 mg per liter är renvattnet ur teknisk synpunkt anmärkningsvärt.

Permanganatförbrukningen $K Mn O_4$ är 11 resp 13 mg per liter i grundvattenproven. Dessa värden är små och kan ställas mot medicinalstyrelsens bestämmelse om att värden över 40 mg per liter gör renvatten med tvekan tjänlig.

FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR

För samtliga försöksanläggningar gällde det att finna områden, där en nära förestående urban utbyggnad av naturmarksområde var aktuell och dessutom borde området ligga lämpligt till för att minimera kostnaderna för fältobservationer.

Försöksanläggningarna har följts upp efter hand som de blivit färdiga och tagits i bruk, vari också innefattas i förekommande fall att ordinär trafik på berörda trafikytor påbörjats. Dock har förprover på grundvatten tagits innan försöksanläggningarna tagits i bruk.

Observationer inleddes i början av år 1976 och har i sin helhet avslutats i oktober 1978.

Nederbörden har observerats manuellt i regnmätare typ Pluvius under längre period dels vid Södertälje Sydhamn och dels vid Tullinge Gård. I övrigt har nederbördsuppgifter inhämtats från SMHI:s ordinarie regnmätarstation i Södertälje, Riksten, Norsborg och Ulvhäll.

Vattenprover från försöksanläggningarna har omedelbart efter provtagningarna surgjorts med 0,2 ml koncentrerad hyperren salpetersyra. Vid förekomst av sedimenterbara mineralpartiklar eller suspension har proverna därefter centrifugerats, membranfiltrerats eller dekanterats. Proverna har slutligen sänts till Statens lantbrukstekniska laboratorium (SLL) i Uppsala för bestämningar av totalfosfor, sulfat, klorid och tungmetaller enligt följande:

<u>Totalfosfor:</u>	Kolorimetriskt (ammoniummolybdat) anpassad till autoanalyser Tecknikon
<u>Sulfat:</u>	Gravimetriskt med $BaCl_2$
<u>Klorid:</u>	Potentiometriskt med $HgNO_3$
<u>Tungmetaller:</u>	Är proven opalescenta eller grumliga, så görs en uppslutning (se nedan). Måste mycket små metallhalter analyseras, så koncentreras lämplig mängd varefter provet uppslutes.

Uppslutning

En lämplig provvolym, t ex 50 ml, överförs efter omskakning i en 200-250 ml glasskål (Pyrex eller likn) och indunstas till 5-10 ml rest. Tillsätt 2,5 ml HNO_3 . Om det finns en olöst rest kvar, tillsättes ytterligare 2,5 ml HNO_3 konc. Blir lösningen ej klar, så tillsätt 5 ml $HClO_4$. Koka tills vita ångor uppstår och avgår. Lösningen blir klar. Efter avsvälning tillsättes 25 ml H_2O , kokas upp (eller vattenbad med urglas på). Kyl, späd i

50 ml mätkolv (ev efter filtrering) med H_2O till märket.

Blindprovet behandlas på samma sätt.

Till standardlösningar, i 100 ml mätkolvar, tillsättes 0,2 ml HNO_3 konc. Späd till märket med H_2O .

Mätning: Atomabsorptiometriskt.

5.1 FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR FÖR LÅGTRAFIKERADE YTOR VID TULLINGE GÅRD

5.1.1 Försöksanläggning för perkolation

Platsval

Enligt hösten 1974 föreliggande planering skulle ett område vid Tullinge gård i Botkyrka kommun utbyggas av BPA med målsättning att vara inflyttningsklart hösten 1975. Detta område bedömdes lämpligt för undersökning av effekter från lågtrafikerade ytor. Området är ett bostadsområde med enfamiljshus. Busstrafik förekommer ej inom undersökningsområdet.

Trafiken till och från parkeringsyta vid Pumpvägen som utgör tillrinningsyta för perkolationsmagasin för dagvattnet försörjer 17 garageplatser och lika många besöksplatser.







Mark- och grundvattenförhållanden

De hydrogeologiska förhållandena i stort framgår av översiktlig ingenjörsgelogisk karta fig 5.1.

Genom spadborringar och rödrivningar har jordlagerföljd och grundvattenförhållanden bestämts invid blivande garageplan vid Pumpvägen, där läget för perkolationsmagasin bestämts.

Mark- och grundvattenförhållandena framgår av fig 5.1.1a.

BETECKNINGAR

-  BERG I DAGEN ELLER PÅ RINGA DJUP
 MORÄN OCH SVALLSEDIMENT
 LERA OCH FINSILT
 UTSTRÖMNINGSOMRÅDE FÖR GRUNDVATTEN
 URSPRUNGLIGT DIKE ELLER BÄCK
 NY KULVERT

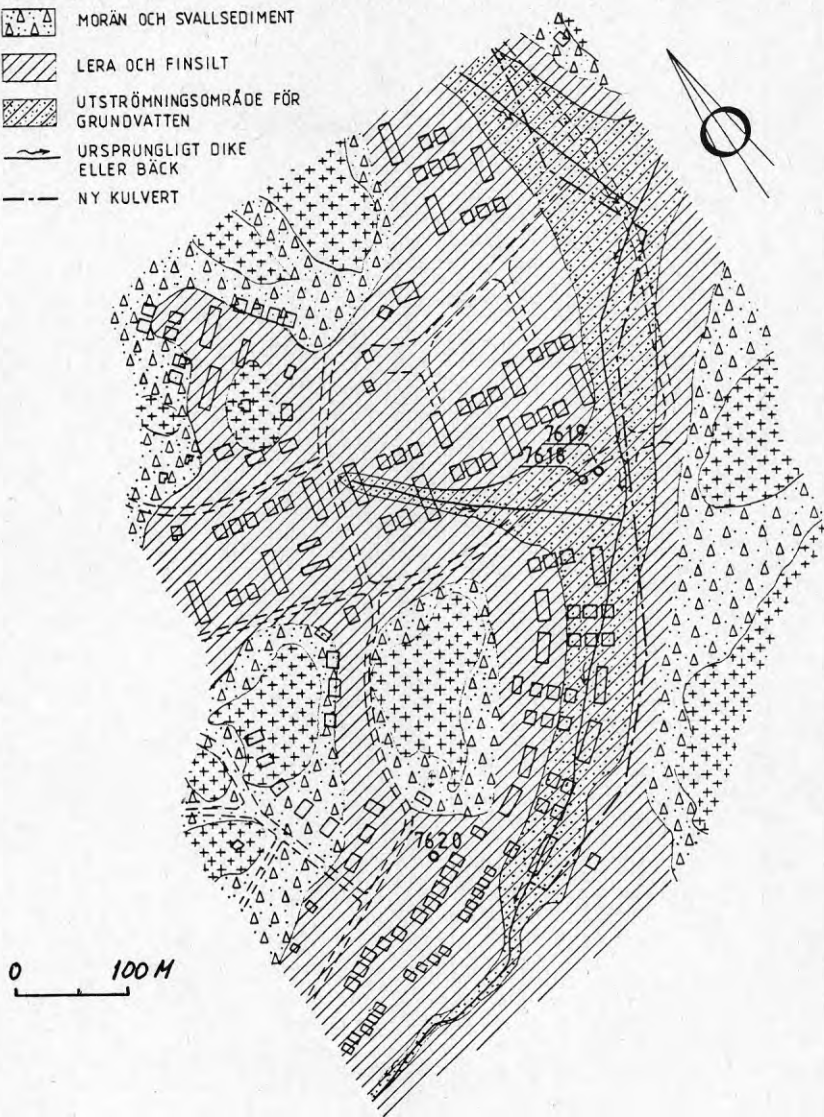


Fig. 5.1 Ingenjörgeologisk karta, Tullinge gård

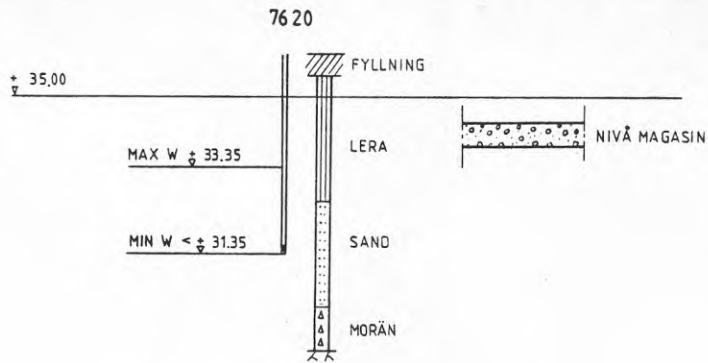


Fig. 5.1.1a Rörsektion 7620, Tullinge gård

Utförande

Dagvatten från en 680 m² stor parkeringsplats för personbilar belägen intill Pumpvägen i Tullinge, avleds till ett perkolationsmagasin. Parkeringsplatsens yta är nära horisontell i dess längdriktning men lutar ca 2,5 % i tvärlängd. Se fig. 5.1.1b och foton fig. 5.1.1c och d.

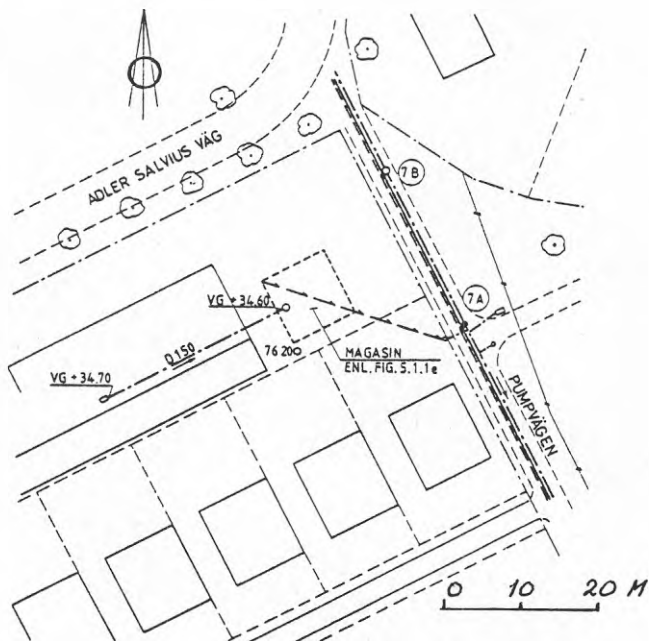


Fig. 5.1.1b Situationsplan perkolationsmagasin, Tullinge gård

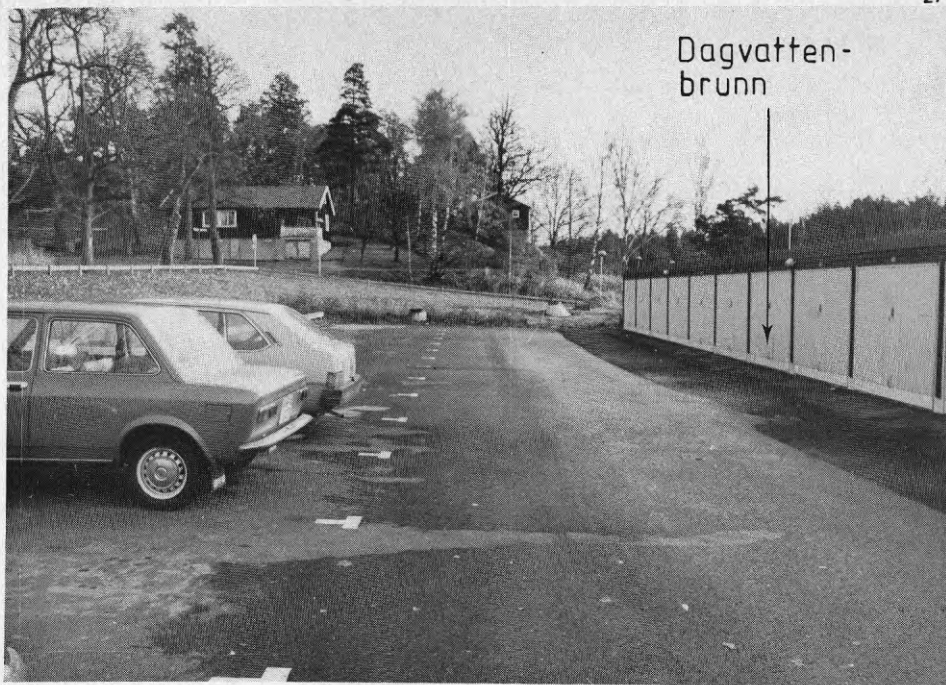


Fig. 5.1.1c Perkolationsmagasin Tullinge gård
(fr.sydväst)



Fig. 5.1.1d Perkolationsmagasin Tullinge gård
(fr.nordost)

Perkolationsmagasinet är beläget strax bredvid parkeringsplatsen under gräsyta. Den magasinerade fyllningen i magasinet utgörs av singel. Magasinet är dimensionerat enligt Paus et al (1974) för en dygnsnederbörd av 30 mm. Magasinets bruttovolym är därmed 50 m³. Det har givits en kvadratisk bottenyta och en magasinshöjd av 0,5 m. Magasinet ligger horisontellt med botten på nivån +33,85. Markytans nivå är +36,2. Detta innebär att schakten för magasinet ej genombrutit lerlagret (jfr fig 5.1.1.a). Magasinet har försetts med ett bräddavlopp i form av en diagonalt placerad dräneringsledning med vattengång å +34,84. Denna dräneringsledning mynnar i en dagvattenledning i Pumpvägen. Dagvattnet från parkeringsytan tillföres via en dagvattenbrunn med sandfång, som är placerad inom parkeringsplatsen, till en i magasinet placerad brunn med botten å +34,0. Utformningen framgår av fig. 5.1.1.e.

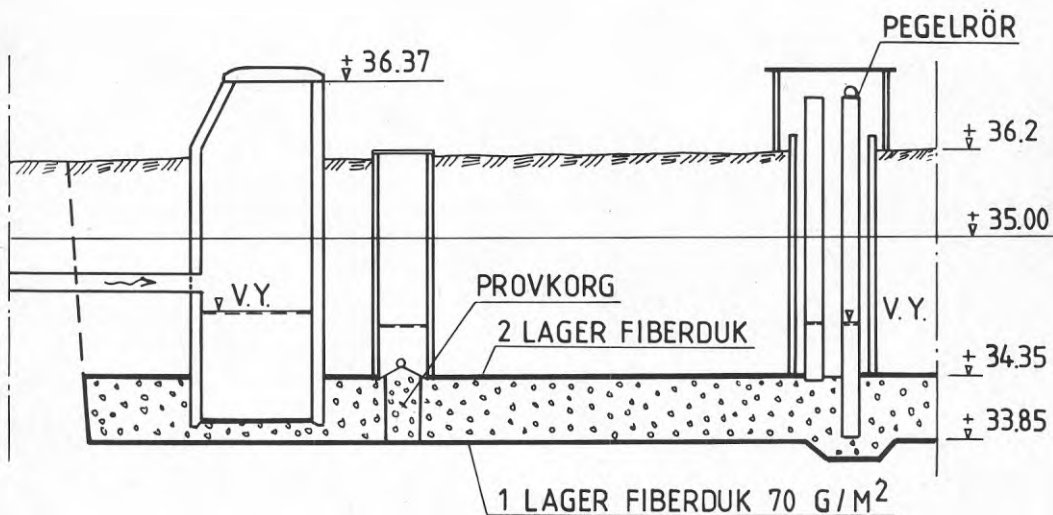


Fig. 5.1.1.e Sektion av perkolationsmagasin, Tullinge gård

Magasinet var centralt försett med instrument, som automatiskt registrerade aktuell nivå samt högsta och lägsta nivå sedan föregående avläsning (fig 5.1.1). Omedelbart nedströms (söder om) magasinet är satt ett 50 mm provtagningsrör (7620) av PVC med slitsad spets i sandlagret närmast bergytan.

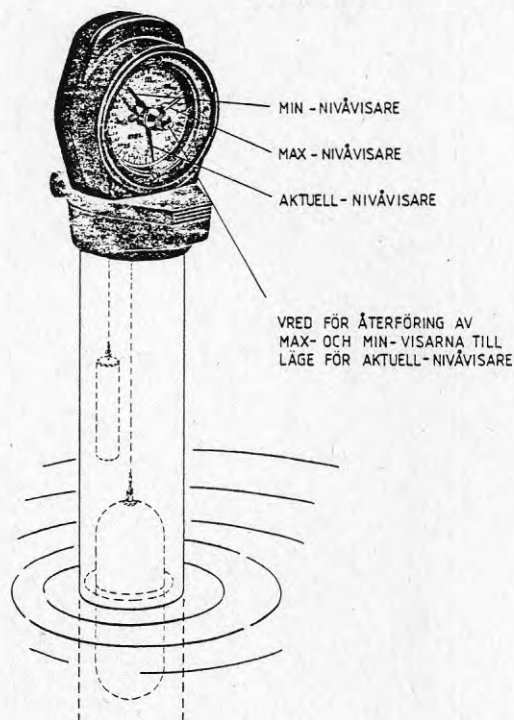


Fig. 5.1.1.f Pegelinstrument

För att möjliggöra studium av sedimenteringsförhållanden på magasinets singelmateriale installerades också en korg av ståltråd fylld med samma slags singelmateriale som magasinet i övrigt.

Uppföljning och resultat

Uppföljning av magasinet har omfattat observationer av magasinets hydrauliska funktion, max- och mini-nivåer sedan föregående observation samt aktuell nivå vid varje observationstillfälle. Använd pegelutrustning framgår av fig. 5.1.1.f.

Vidare har grundvattenstånd under och i nära anslutning till magasinet observerats manuellt under olika perioder.

Vattenprover för bestämning av tungmetallerna bly, nickel, koppar och zink samt av klorid, sulfat och total fosfor har tagits vid olika tillfällen såväl på vatten till magasinet som i magasinet samt på grundvatten i observationsröret.

Efter avslutning av observationerna hösten 1978 har prover upptagits av magasinstryllningen för bestämning av sedimenterad mängd suspenderat material.

Utförda observationer i perkolationsmagasinet har sammanställts i fig 5.1.lg och h. Figurerna anger avlästa nivåer i cm över magasinets botten vid tidpunkter enligt horisontella axeln.

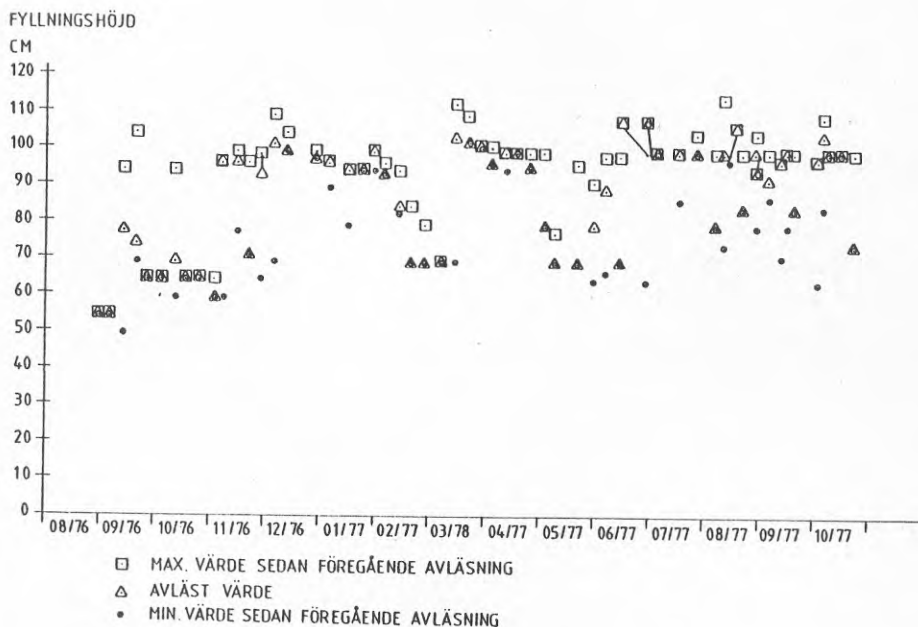


Fig. 5.1.lg Magasin Tullinge gård, nivåavläsningar
08/76 - 10/77

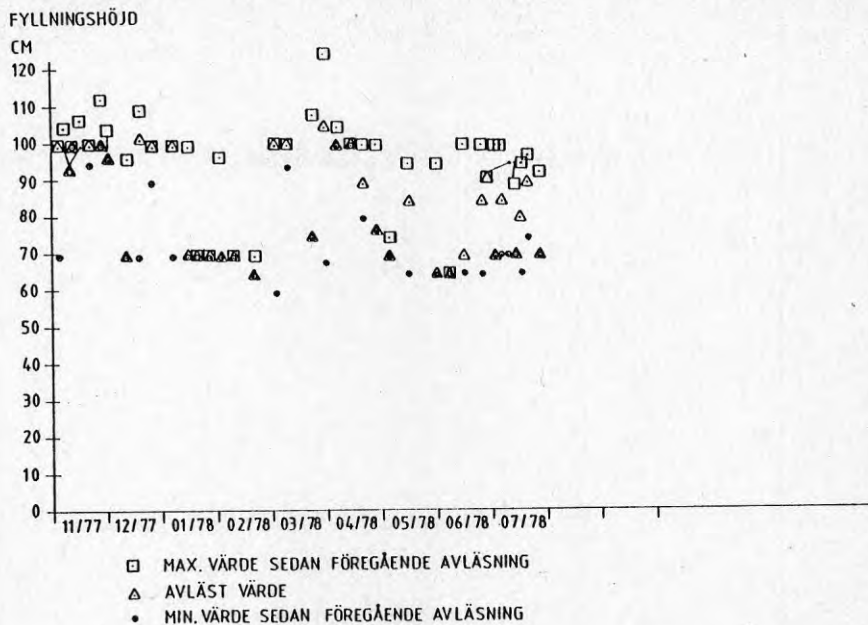


Fig. 5.1.lh Magasin Tullinge gård, nivåavläsningar
11/77 - 07/78

Av figurerna framgår en ansamling av observationsvärden vid två nivåer, nämligen 99 cm och 69 cm. Den övre nivån representerar bräddnivån till anlagd dräneringsledning.

Utförda observationer av vattennivån i observationsrör 7620 representerar grundvattentrycknivån i sandlagret under leran. Vid inget tillfälle har denna nivå varit högre än 2,65 m under marknivån, vilket inträffade i mars 1977. Under längre torrperioder har däremot röret varit tomt på vatten vilket innebär att grundvattennivån varit lägre än 4,65 m under mark. Så har varit fallet från augusti 1976 till slutet av november samma år. Fig. 5.1.lh anger grundvattentrycknivåns variation under första halvåret 1977. Figuren visar tydligt effekten av snösmältning och utdränering under tiden därefter. Trycknivån har aldrig nått upp till perkolationsmagasinets botten.

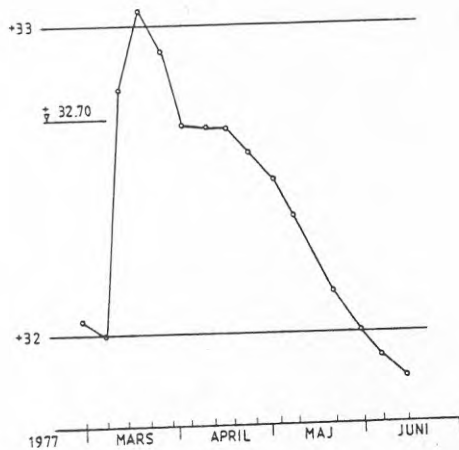


Fig. 5.1.1i Grundvattennivåvariationer vid perkolationsmagasin, Tullinge gård (rör 7620). Magasinsbotten +33.85

Analyser av tungmetallhalter m m i vattenprover från observationsrör 7620, från perkolationsmagasinet och från tillflödet till detta är sammanställda i tabell 5.1.1a. Kvantiteterna är angivna i mg/l.

Tabell 5.1.1a

Tidpunkt	Härkomst	Susp	Total P	Pb	Ni	Cu	Zn	Cl	SO ₄
76 07 16	7620		<0,2	0,005	0,010	0,006	0,019	480	3
76 12 20	7620		<0,2	0,17	0,006	0,013	0,15	46	58
77 06 22	7620		0,46	0,07	0,01	0,03	0,17		
78 04 06	7620		0,094	0,06	<0,01	0,01	0,31	12	
78 07 18	7620		0,068	0,03	0,01	0,01	0,06	20	25
78 07 06	Till magasin	21	<0,01	0,06	0,01	0,02	0,28	12	12
78 07 06	I magasin	7,8	0,033	0,01	<0,01	0,01	0,07	17	21

I september 1978 upptogs ur magasinet den koniska nätkorg med singel, som utgjort en integrerad del av magasin-fyllningen. Ur korgen uttogs försiktigt tre prover av singlet om vardera ca 2 kg. I dessa prover har dels bestämts total mängd suspenderat material och dels det suspenderade materialets korngradering.

Eftersom singlet ej kunde förutsättas ha varit helt fritt från finmaterial vid nedläggningen har prover från leverantören också undersökts på motsvarande sätt. Resultaten är sammanställda i tabell 5.1.1b.

Tabell 5.1.1b Susphalter i magasinet vid Tullinge gård.

	Susphalt	mg/kg
uttaget prov ur korg	10 cm under mag.ök	40 cm under mag.ök
Med dagvatten till- fört	1200	1300

Eftersom provtagningskorgen befunnit sig nära inloppsbrunnen till magasinet kan den fastställda halten suspenderat material förutsättas vara betydligt större här än i magasinet i dess helhet. Att skatta fördelningen är omöjligt och måste bestämmas genom provtagningar på flera ställen i magasinet. Emellertid har allt suspenderat material som kvarstannat på filterduken i inloppsbrunnens botten tillvaratagits och vägts. Torrvikten befanns vara 4,3 kg, vilket utgör ca 5 mg/l beräknat som medelhalt i totalt tillförd dagvattenmängd under tiden augusti 1976 till september 1978. Den använda filterduken har en porositet, som praktiskt kan släppa fram korn upp till 0,04 mm, vilket också utgör ungefärlig övre korngräns för tillfört suspenderat material i magasinet enligt korgproven ovan. En finkornhalt (<0,04 mm) i det till inloppsbrunnen inkommande suspenderade materialet som i genomsnitt uppgår till mer än 50 % torde knappast ha kunnat förekomma utan att filterduken praktiskt taget helt blockerats, vilket ej vid något tillfälle kunnat iakttas. Tvärt om har nivåskillnaden mellan vattenytan i inloppsbrunnen och i magasinet varit liten. Härav följer att halten suspenderat material i tillflödet till inloppsbrunnen i genomsnitt ej överstigit 10 mg/l.

5.1.2 Försöksanläggning för infiltration

Platsval

Även infiltrationsförsöket är lokaliserat till Tullinge gård och närmare bestämt till östra delen av Flottbrovägen. Trafiken på denna del av Flottbrovägen försörjer ca 150 lägenheter i form av enfamiljshus och radhus. Ingen kollektivtrafik förekommer. Platsen avsåg undersökning av främst kvalitativa effekter på grundvattnet av i dikeslännt infiltrerat gatuvatten.

Mark- och grundvattenförhållanden

Mark- och grundvattenförhållandena har bestämts genom spadborrningar och rördrivningar i tre punkter och resultaten framgår av fig. 5.1.2a.

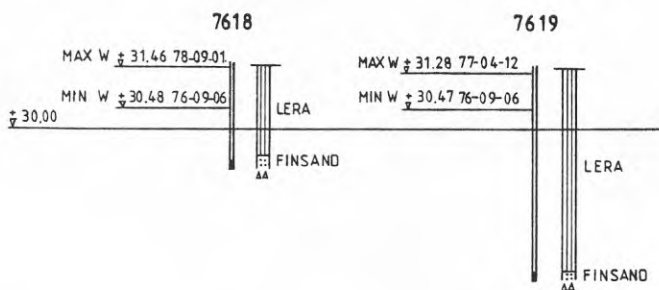


Fig. 5.1.2a Rörsektioner 7618 och 7619, Tullinge gård

Utförande

Dagvatten från en väg och en parkeringsplats avleds till ett dike beläget mellan dessa ytor. Situationsplan visas i fig. 5.1.2b och foton fig. 5.1.2c och d.

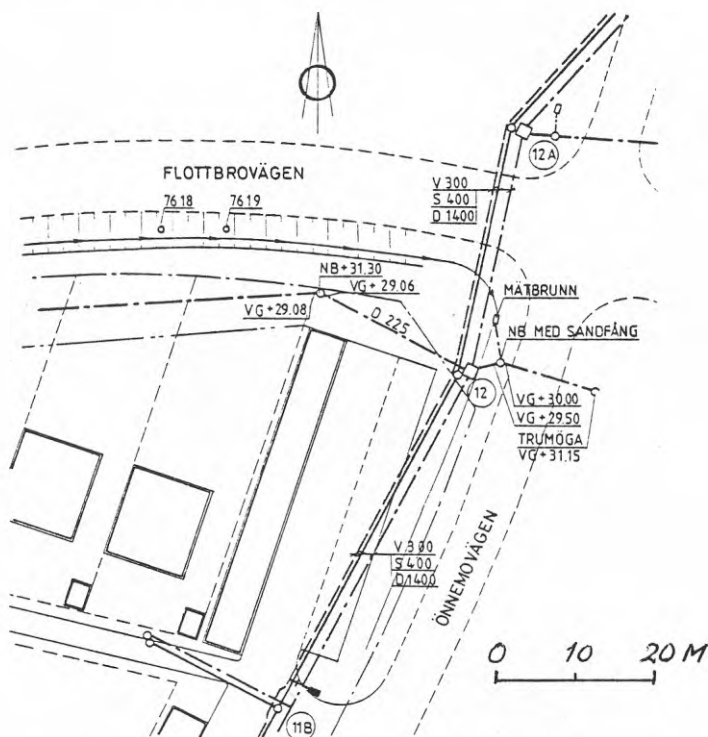


Fig. 5.1.2b Situationsplan Flottbrovägen

Vägen och parkeringsplatsen är asfalterad. Asfaltytan är 2170 m². Infiltrationsytan som utgörs av dikesslänter vilka direkt ansluter mot respektive asfaltytor har en areal av 650 m².

Två vattenstånds- och provtagningsrör är placerade i dikessläntern utefter Flottbrovägen (fig. 5.1.2a och fig 5.1.2b). Vid kupolbrunnen (fig. 5.1.2c), som är belägen i dikets lågpunkt, har installerats ett skibord enligt fig. 5.1.2e och en skålpegel enligt fig. 5.1.2f.

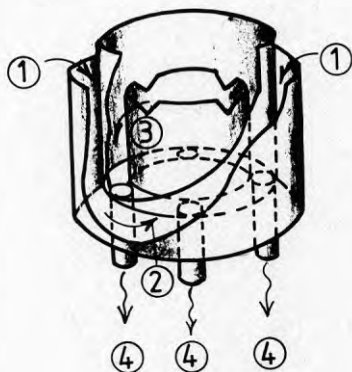


Fig. 5.1.2e Skibord i dagvattenbrunn

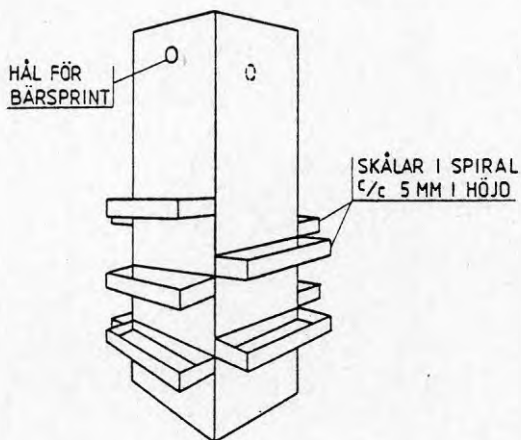


Fig. 5.1.2f Skålpegel



Fig. 5.1.2c Infiltrationsyta Tullinge gård
(fr.sydost)



Fig. 5.1.2d Infiltrationsyta Tullinge gård
(fr.väster)

Uppföljning och resultat

Anläggningen har följts genom manuella mätningar av grundvattenstånd i observationsrör och genom avläsning och tömning av skålpegeln vid skibordsanordningen vid kupolbrunnen. Vidare har vid ett flertal tillfällen vattenprover uttagits ur observationsrören för bestämning av tungmetallhalter m m enligt inledningen under 5.

Högsta uppmätta grundvattenstånd inträffade i september 1978 med +31,46 i rör 7618 och 12 april 1977 med +31,28 i rör 7619, vilket i båda fallen innebär 18 cm högre än resp närbelägna dikesbotten.

En karakteristisk period av utförda registreringar finns angivna i fig. 5.1.2g där förutom grundvattenstånd införts flöden vid kupolbrunnen och aktuella nederbördsavläsningar på platsen.

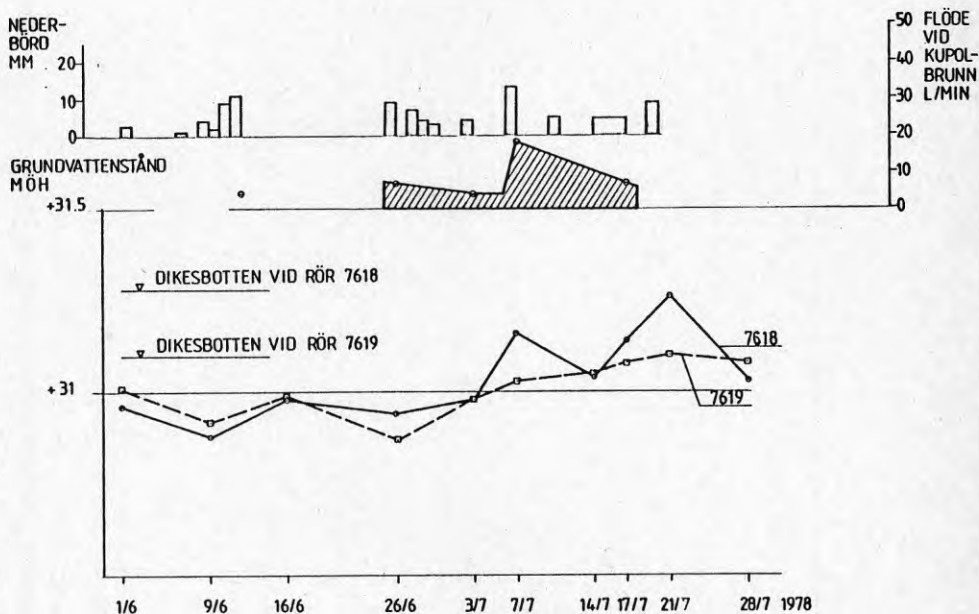


Fig. 5.1.2g Grundvattennivåvariationer Flottbrovägen juni-juli -78

Analysresultat av utförda vattenprovtagningar ur rör 7618 och 7619 i dikesslätten vid Flottbrovägen finns sammanställda i tabell 5.1.2.

Kvantiteterna är uttryckta i mg/l.

Tabell 5.1.2 Tungmetallhalter m m i grundvatten vid rör 7618 och 7619 vid Flottbrovägen, Tullinge gård.

Tidpunkt	Härkomst	Total P	Pb	Ni	Cu	Zn	Cl	So4
76 04 22	7618	<0,2	0,20	0,011	0,025	0,12	50	62
77 06 22	7618	-	0,02	0,02	0,02	0,01		
78 04 28	7618	0,089	0,07	<0,01	0,02	0,22	106	
78 08 15	7618	0,012	0,09	0,01	0,01	0,03	89	37
76 04 22	7619	<0,2	0,35	0,009	0,009	0,054	420	46
76 12 20	7619	<0,2	0,21	0,006	0,012	0,14	480	37
77 06 22	7619	6,3	0,55	0,08	0,21	0,59		
78 04 28	7619	0,151	0,09	<0,01	0,01	0,06	23	
78 08 15	7619	0,099	0,12	0,01	0,02	0,02	23	26

5.1.3 Slutet magasin i mark

Platsval och utförande

Dagvatten från Adler Salvius väg och Flottbrovägen avleds till ett volymmaganin. Detta är beläget bredvid en vägkorsning som är lågpunkt för respektive vägsträckor. Adler Salvius väg lutar här 5 % och Flottbrovägen 2 %. Vägbanorna är asfalterade. Avvattnad vägyta är 1100 m². Se fig. 5.1.3 och foto fig. 5.1.3a. Dagvatten från vägarna leds via en dagvattenbrunn i vägkorsningen till volymmaganinet. Dagvattenbrunnen är försedd med sandfång. Volymmaganinet är utfört av betongrör \varnothing 1200 mm. Rören är lagda horisontellt i marken och är försedda med gavlar av betong..

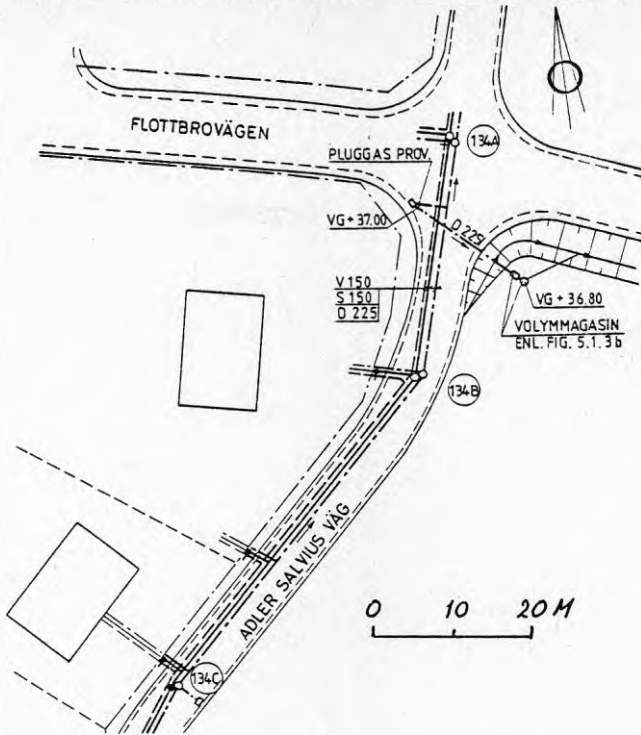


Fig. 5.1.3 Situationsplan volymmaganin

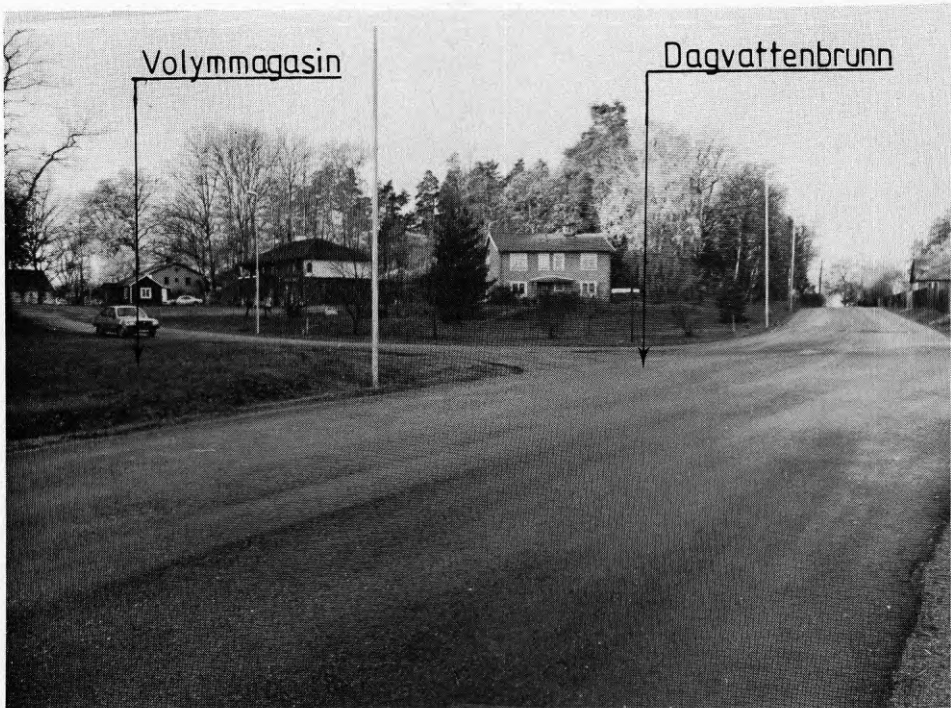


Fig. 5.1.3a Volymmaganin (fr.öster)

Detta magasin har en volym av 3,2 m³ och tar emot och utjämnar allt vatten från regnvattenbrunnen i nämnda korsning. Tömningskapaciteten är 0,8 l/s vid fullt magasin och 0,5 l/s vid halvfyllt magasin. Tömningsröret är skyddat mot igensättning med en rostfri, perforerad plåt med \varnothing 2 mm hål med en total hålyta av 13 cm². Magasinet är försett med ett bräddavlopp ovanför hjässan. Utförande framgår av fig. 5.1.3b.

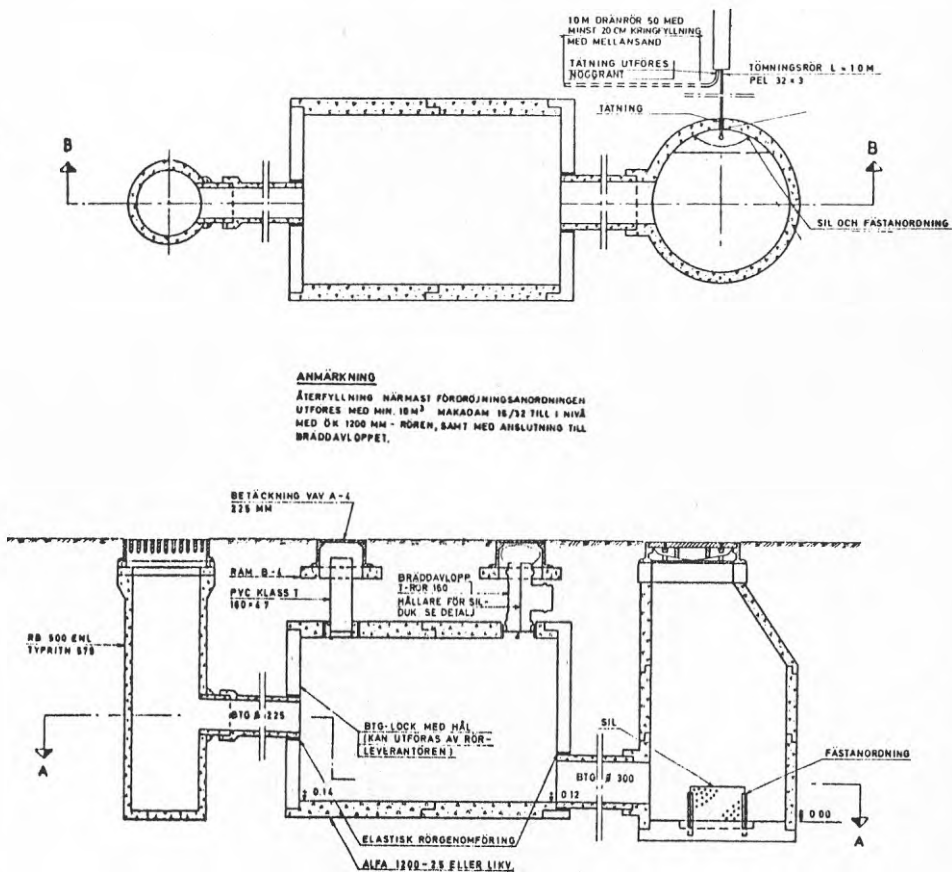


Fig. 5.1.3b Volymmagasin Tullinge gård

Dagvattnet avleds från volymmagasinet i en klen plastledning till ett vägdike utmed Flottbrovägen. Tömningen regleras genom en röranordning inne i volymmagasinet.

Uppföljning och resultat

Detta magasin har endast följts okulärt genom iakttagelser av sedimentationseffekter, silens funktion och iakttagelser om och när bräddning inträffat. Det senare har skett genom placering av lätta flytbara föremål i bräddavloppsroret.

Magasinet har varit i funktion från september 1977 dvs drygt ett år.

Bräddning har konstaterats inträffa vid tre tillfällen under denna period.

I silbrunnen har bildats ett slamskikt med genomsnittligt 5 cm tjocklek. Ingen blockering har inträffat varken i silen eller i utloppsroret och silen var hösten 1978 fullt öppen.

Under förhållanden, likartade dem som råder vid detta undersökta magasin, bedöms att tillsyn erfordras högst en gång vart annat år, varvid magasinet slamsuges och silen rengöres.

5.2 FÖRSÖKSANLÄGGNINGAR FÖR STARKT TRAFIKERADE YTOR VID SÖDERTÄLJE OCH SNÄTTRINGE

5.2.1 Försöksanläggning för perkolation vid Södertälje

Platsval

För avledning av dagvatten från starkt trafikerad yta valdes en plats nära infarten till Södertälje Sydhamn med stor del av avrinningsområdet på Hertig Carls väg, där mark- och grundvattenundersökning också genomförts.

Vid Södertälje Sydhamn förekommer intensiv industritrafik särskilt av personbiltransportfordon samt av bussar i linjetrafik. Dessutom har under observationstiden förekommit intensiv trucktransport med schaktmassor på den till avrinningsytan hörande grusvägen.

Mark- och grundvattenförhållanden

De hydrogeologiska förhållandena vid Södertälje Sydhamn framgår i stort av fig. 5.2.1a.

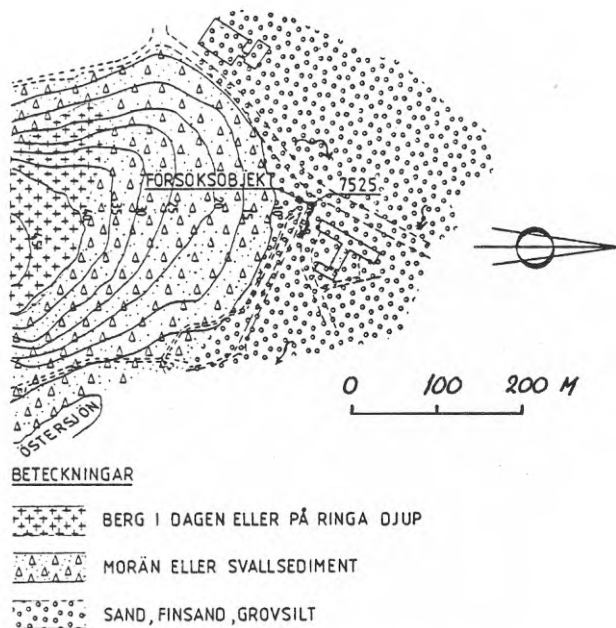


Fig. 5.2.1a Ingenjörgeologisk karta
Södertälje Sydhamn

Genom spadborrhningar och rördrivning vid blivande perkolationsmagasinet har jordlagerföljd och grundvattenförhållanden bestämts. Resultaten framgår av fig. 5.2.1b. Denna undersökningspunkt (7525) är belägen ca 14 m nordost om magasinet. Närmare magasinet når bergytan upp till högre nivå än grundvattenytan och lutar mot nordost. Perkolerat vatten från magasinet kommer således att avrinna i finsanden längs bergytan. Här föreligger med andra ord genomsilningsmark och ingen verklig grundvattennivå kan avläsas.

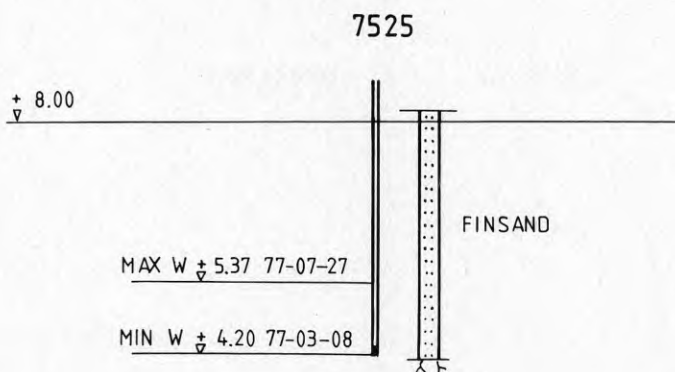


Fig. 5.2.1b Rörsektion 7525, Södertälje Sydhamn

Utförande

Anläggningen är placerad vid infarten till Södertälje Sydhamn enligt fig. 5.2.1c och foto fig. 5.2.1d.

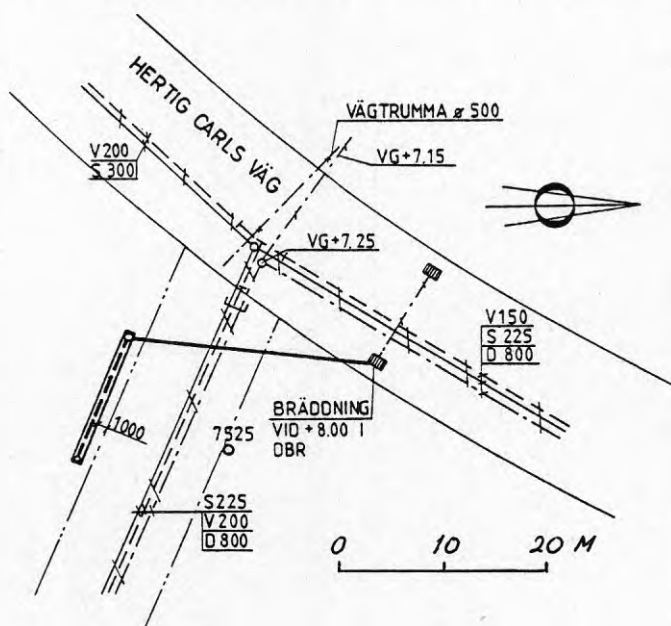


Fig. 5.2.1c Situationsplan perkolationsmagasin, Södertälje



Fig. 5.2.1d Perkolationsmagasin Södertälje Sydhamn (fr.väster)

Den avvattnade ytan utgörs av dels asfalterad yta i Hertig Carls väg och dels asfalterad yta i infart till Sydhamn om 1720 m² samt en anslutande grusväg med stark lutning och med ca 380 m² yta, dvs totalt 2100 m².

Magasinet dimensionerades först enligt Paus et al (1974) för en dygnsnederbörd av 30 mm och projekterades med två parallella magasin med ett c/c-avstånd av 2 m, 15 m lång och 1x1 m² i sektion. För att er-hålla snabbare respons av en förväntad igensättning på grund av hög suspension i dagvattnet reducerades emellertid det projekterade magasinet till hälften (fig. 5.2.1e) och byggdes i en enda 15 m lång enhet med tvärsektionen 1x1 m². Jordarten kring magasinet är finsand med en genomsnittlig effektiv kornstorlek av 0,06 mm.

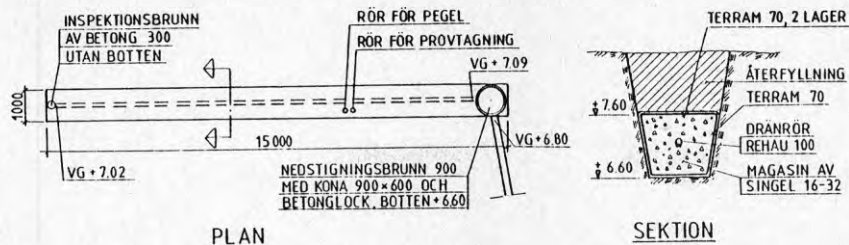


Fig. 5.2.1e Perkolationsmagasin vid Södertälje Sydhamn.

Uppföljning och resultat

Magasinet har uppföljts på samma sätt som magasinet vid Tullinge gård (jfr 5.1.1).

I överensstämmelse med vad som skett för sistnämnda har observationer av de hydrauliska förhållandena i perkolationsmagasinet vid Södertälje Sydhamn sammanställts i fig. 5.2.1f och g.

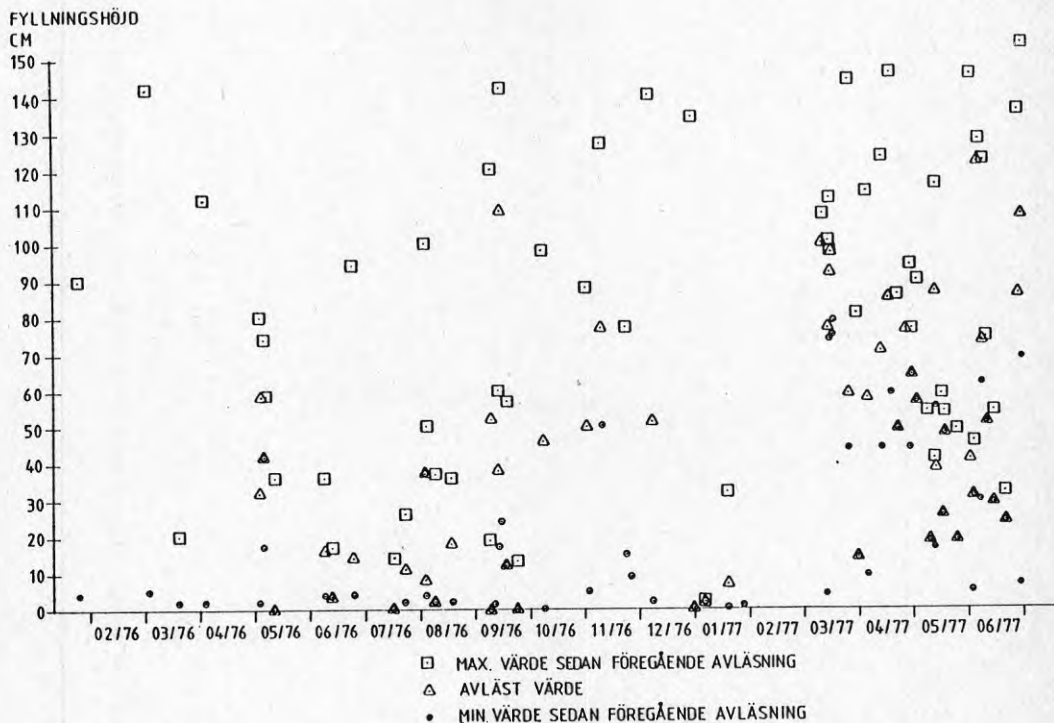


Fig. 5.2.1f Magasin Södertälje, nivåavläsningar 02/76 - 06/77

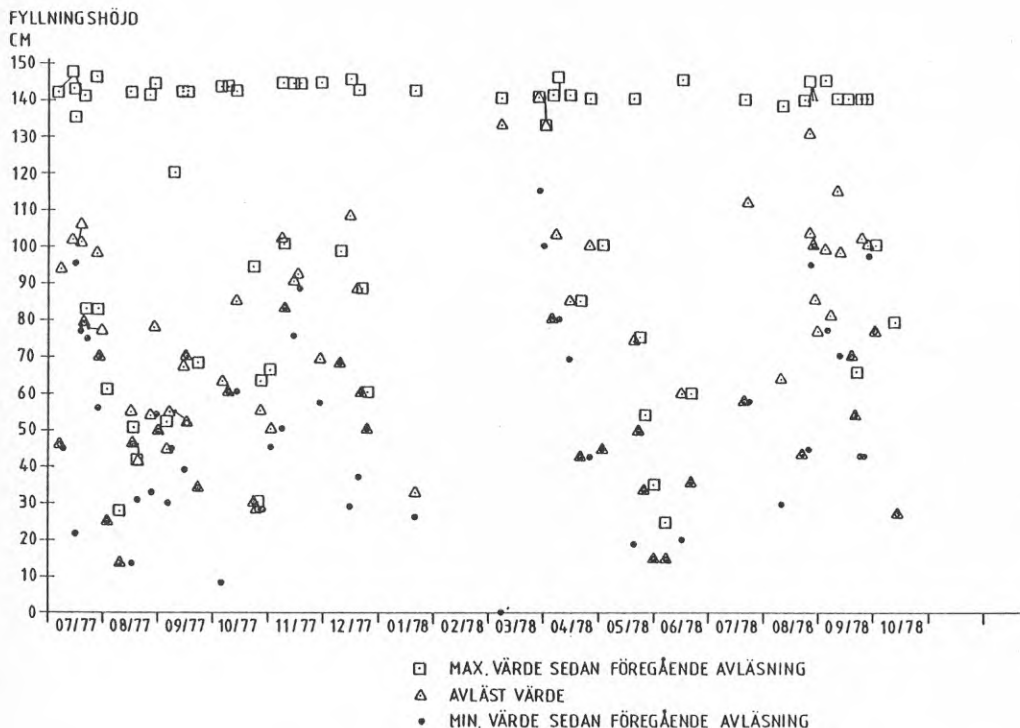


Fig. 5.2.lg Magasin Södertälje, nivåavläsningar 07/77 - 10/78

Ansamlingen av registrerade maximinivåer kring 140 cm anger bräddningsnivån i regnvattenbrunnen i Hertig Carls väg. Utförda observationer av vattennivåer i observationsrör 7525 representerar den fria grundvattennivån i jordlagren under perkulationsmagasinet. Denna nivå har under observationsperioden aldrig observerats högre än +5,4, dvs har ej nått högre än 1,2 m under perkulationsmagasinets botten. En period mars - juli 1977 har grundvattennivåns variationer återgivits å fig. 5.2.lh.

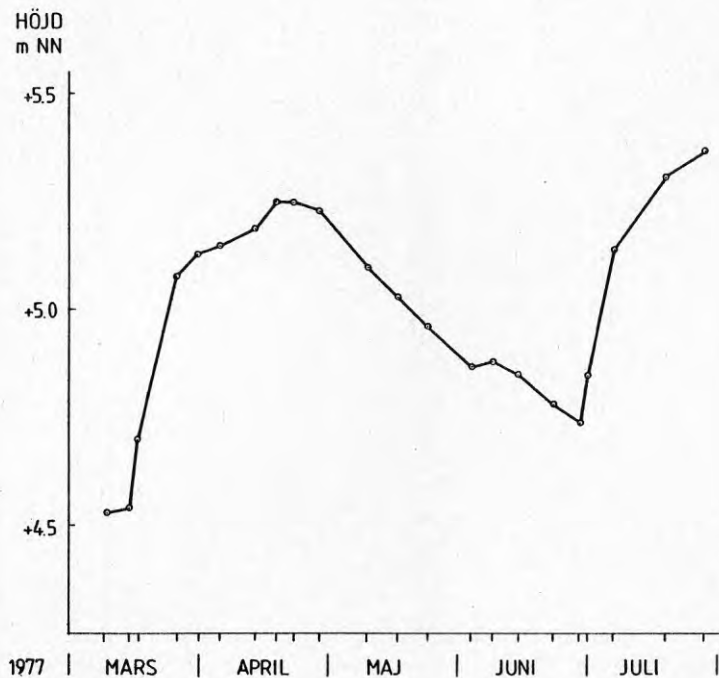


Fig. 5.2.1h Grundvattennivåvariationer vid Södertälje Sydhamn (rör 7525)

Analysen av tungmetaller m m i vattenprover från observationsrör 7525, från perkolationsmagasinet och från tillfödet till detta är sammanställda i tabell 5.2.1a och angivna i mg/l.

Tabell 5.2.1a Tungmetallhalter m m vid Södertälje-anläggningen

Tidpunkt	Härkomst	Susp	Total	P	Pb	Ni	Cu	Zn	Cl	SO ₄
76 02 17	rör	7525	<0,2		0,007	0,029	0,008	0,16	250	51
76 07 16	"	7525	<0,2		0,008	0,017	0,011	0,24	80	52
77 03 14	"	7525	0,4		0,04	0,02	0,02	0,10		
77 06 22	"	7525	0,73		0,06	0,01	0,02	0,24		
77 10 26	"	7525	0,09		0,04	0,01	0,02	0,11		
78 04 06	"	7525	0,41		0,01	0,02	0,01	0,13	197	
78 09 14	"	7525	0,017		0,05	0,01	0,03	0,08	64	28
78 08 04	i magasin		<0,2		0,003	0,006	0,009	0,036	440	6
77 10 26	"-	39	0,51		0,05	0,01	0,02	0,13		
77 10 24	till magasin	110	1,03		0,06	0,02	0,03	0,26		
78 04 07	"-		1,16		0,12	0,02	0,10	0,44	46	
78 04 07	i magasin		0,062		0,01	0,01	0,02	0,05	10	
78 07 21	till magasin		0,191		0,11	0,02	0,06	0,23	19	
78 08 01	"-	730								

I oktober 1978 uttogs prover dels ur singelfyllningen i perkolationsmagasinet och dels av konstfiberduken i magasinets botten. Magasinet länsades dessförinnan på kvarvarande vatten genom pumpning ur provtagningsröret i magasinet. Därefter avtäcktes magasinet med grävmaskin på tre ställen, A nära tillloppsbrunnen, B i mitten och C nära sydöstra änden av magasinet. Proverna av singlet uttogs därefter försiktigt för hand på alla tre ställena i övre delen, i mitten och i nedre delen av magasinet samt av fiberduk i botten. Sikt- och slammingsanalyser har genomförts för det suspenderade materialet ur proverna vid B, övre och mitten, och av det suspenderade materialet på fiberduken i botten av magasinet vid A och C. En tydlig brytpunkt på kurvorna har erhållits vid kornstorlek omkring 0,03-0,05 mm. Detta motsvarar en kornstorlek, över vilken med dagvattnet följande partiklar beräkningsvis vid icke onormalt stora flöden hinner sedimentera innan dagvattnet kommer in i magasinet. Partiklar större än detta gränsvärde måste således ha funnits i singelmaterialet när det placerades i magasinet. Mängderna till magasinet med dagvattnet fört suspenderat material har således härur kunnat framräknas. Resultaten är sammanställda i tabell 5.2.1b.

Tabell 5.2.1b Susphalter i Södertäljemagasinet

	A (nära inflödet)	B (mitten)	C (sydöstra änden)
Djup under ök.magasinet	Suspenderat material i mg/kg fast prov tillfört under 2 1/2 år med dagvattnet		
0,2		1760	
0,7	6400	5400	1270
På fiberduken	2350	770	1860

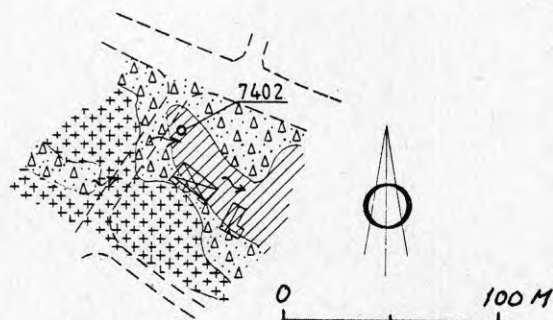
5.2.2 Försöksanläggning för infiltration

Platsval

Efter överväganden hösten 1974 befanns ett aktuellt exploateringsområde vid Snättringe i Huddinge kommun med en matargata för busstrafik lämplig för undersökning av effekter från högtrafikerade ytor med uppföljning av direktinfiltration i dikesslänt, varför mark- och grundvattenförhållandena där undersöktes. Matargatan vid Snättringe trafikförsörjer ca 410 lgh i radhus och enfamiljshus och trafikeras av en buss i linjetrafik.

Mark- och grundvattenförhållanden

De hydrologiska förhållandena i stort vid Snättringe framgår av fig. 5.2.2a.

BETECKNINGAR




-  BERG I DAGEN ELLER
PÅ RINGA DJUP
-  MORÄN OCH SVALLSEDIMENT
-  LERA OCH FINSILT

Fig. 5.2.2a Ingenjörgeologisk karta
Snättringe

Genom spadborrhningar och rördrivningar har jordlagerföljd och grundvattenförhållanden bestämts. Resultaten framgår av fig. 5.2.2b.

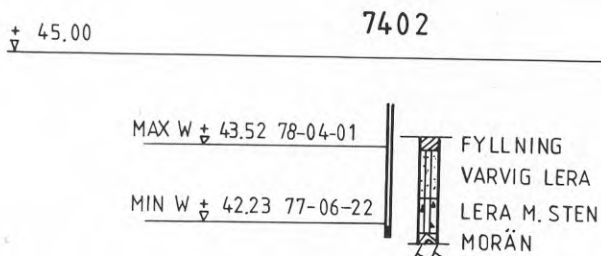


Fig. 5.2.2b Rörsektion 7402, Snättringe

Utförande

Infiltrationsförsöksplatsen är belägen i nedersta delen (infartsdelen) av matarleden (Utsäljeleden) till Västra delen av Snättringeområdet i Huddinge kommun. Situationsplan visas i fig. 5.2.2a och foto fig. 5.2.2c.



Fig. 5.2.2c Infiltrationsyta Snättringe (fr.nordost)

Den avvattnade asfaltytan, som utgörs av sydöstra halvan av Utsäljeleden från Häradsvägen till Vretavägen har en areal av ca 280 m². Den infiltrationsyta (gräsyta) till vilken gatuvattnet från denna yta avleds har en areal av ca 120 m² och utgör gräsbevuxen vägslänt av mindre vägbank. Diket lutar ca 50 o/oo.

Ett vattenstånds- och provtagningsrör (7402) är sedan 1974 placerat i den orörda marken ca 4 m sydost om vägdiket. Vid 7402 var lagerföljden 0,25 m fyllning, 0,75 m varvig lera, 0,6 m lera med enstaka sten och 0,15 m morän på berg.

Vid kupolbrunnen (fig. 5.2.2c), som är belägen i dikets lågpunkt, har installerats ett skibord enligt fig. 5.1.2e och en skälpegel enligt fig. 5.1.2f.

Uppföljning och resultat

Anläggningen har följts manuellt och provtagningar har skett på samma sätt som beskrivits under 5.1.2.

Högsta uppmätta grundvattenstånd (+43,52) har här varit 0,7 m under dikesbotten, som sålunda alltid varit högre än grundvattennivån. Lägsta uppmätta grundvattenstånd har varit +43,23.

Flödesförhållandena vid kupolbrunnen har följts under perioden juli-77 till juli-78. Endast vid ett tillfälle har något flöde konstaterats där nämligen efter ett stort (22 mm) och intensivt regn 1977 08 10. Maximala flödet hade då uppgått till mindre än 4 l/min. I övrigt har skälarna varit torra hela året.

Analysresultat av vattenprover ur rör 7402 finns sammanställda i tabell 5.2.2. Kvantiteterna är uttryckta i mg/l.

Tabell 5.2.2 Tungmetallhalter m m i grundvatten vid rör 7402 i Snättringe.

Tidpunkt	Härkomst	Total	P	Pb	Ni	Cu	Zn	Cl	SO ₄
76 07 16	7402	<0,2	0,005	0,010	0,005	0,019	100	9	
77 04 14	7402	0,61	0,03	0,01	0,02	0,11			
77 06 22	7402	0,13	0,02	0,01	0,02	0,19			
78 04 06	7402	0,026	0,01	<0,01	0,01	0,22	355		
78 07 18	7402	0,010	<0,01	<0,01	0,01	0,02	146	151	

5.3 UTVÄRDERING

Erfarenheterna från försöksanläggningarna har nedan sammanfattats och utvärderats efter de aktuella systemlösningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten = perkolationsmagasin respektive infiltration. Den påverkan av grundvattnets kvalitet som kan uppkomma genom tillämpning av dessa systemlösningar har behandlats i ett särskilt avsnitt.

5.3.1 Perkolationsmagasin

Starkt förorenat (susphaltigt) dagvatten bidrar förr eller senare till igensättning av ett hålrumsmagasin. I forskningsuppgiften ingick studium av detta skeende satt in i sitt tidssammanhang.

Den anläggning som följts vid Södertälje Sydhamn (5.2.1) har varit väl lämpad för en starkt tidsförkortad långtidsutvärdering av igensättningsmekanismen vid susphaltigt dagvatten. Dagvattnet som tillförts magasinet har varit starkt förorenat av suspenderat material och magasinet har varit underdimensionerat för att uppnå en snabb effekt. Sannolikt har också det förhållandet att magasinets fyllningen i sin helhet varit insvept i fiberduk bidragit härtill. Fiberdukens oföränderliga permeabilitetsegenskaper bidrar till snabbare igensättning. Naturlig jord är i motsatts härtill utsatt för strukturförändringar genom inverkan från organismer och klimat.

En analys av Södertäljemagasinet's hydrauliska funktion (5.2.1) vad avser tömningsfunktionen efter regn har visat att en successiv igensättning av magasinets botten och väggar inträffat, vilket klart framgår vid jämförelse mellan magasinets tömningskurvor vid olika tidpunkter åren 1976, 1977 och 1978 (fig. 5.3.1a).

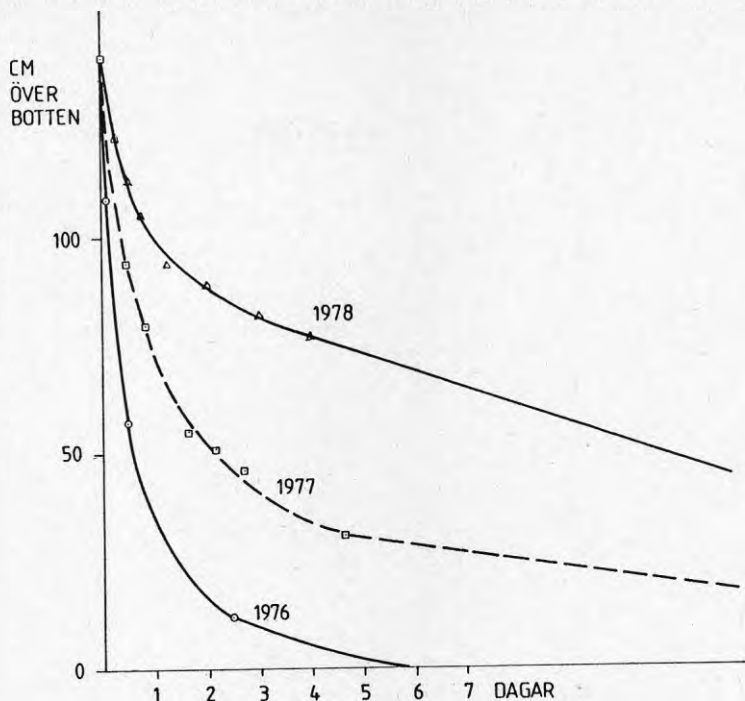


Fig. 5.3.1a Tömnings effekter i perkolationsmagasin Södertälje

Med utgångspunkt från avsatta suspensionsmängder i detta magasin (tabell 5.2.1b) och påfyllda vattenmängder i magasinet under hela undersökningsperioden (fig 5.2.1f och g) har medelhalten suspenderat material beräknats till 300 å 400 mg/l i det tillförda dagvattnet. Enligt Lisper 1974 Malmquist m fl 1975 är medelhalten av suspenderat material från trafikområden i Göteborg och Stockholm ca 300 mg per liter. Södertäljemagasinet belastning av suspenderat material synes sålunda vara av samma storleksordning som förekommer i dagvatten från högtrafikytor på andra håll i landet.

Magasinet i Sydhamn, Södertälje reducerades till hälften av den dimensionerande volymen för att erhålla ett snabbare igensättningsförlopp. Uppföljningen visar att ett perkolationsmagasin i denna reducerade storlek och med direkt inledning redan inom 2 å 3 år har en så hög grad av igensättning i botten och väggar att dess tömningsförmåga efter regn väsentligt nedsätts. Som en följd av detta minskas magasinets volymutjämnande funktion. Det bör dock i detta

sammanhang uppmärksammas att det under de tre åren i Södertäljemagasinet ackumulerade suspenderade materialet ej tar upp mer än drygt en procent av den från början tillgängliga fria porvolymen i singelbädden, varför denna, betraktad enbart såsom volymförvar för sedimenterat suspenderat material, har tillfredsställande kapacitet för ytterligare ett 60-tal år med samma årliga tillföde av suspenderat material.

Malmquist m fl anger storleksordningen på mängden suspenderat material i dagvatten från takytor till ca 20 mg per liter och från parkeringsplatser till ca 150 mg per liter. Ett liknande underdimensionerat magasin för enbart takvatten skulle alltså ha klarat ett 50-årigt tillföde innan samma igensättningsgrad som i Södertäljeprojektet uppnåddes.

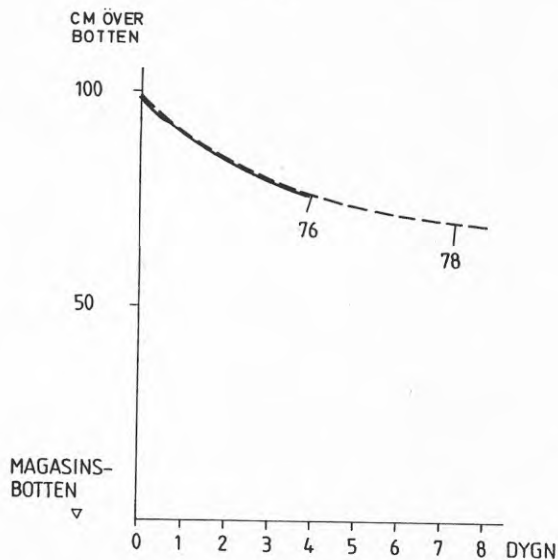


Fig. 5.3.1b Tömnings effekter i perkola-
tionsmagasin Tullinge gård

Vid Tullingemagasinet (vatten från parkeringsyta) har ingen nedsättning av tömningseffekten kunnat konstateras under perioden. Sålunda är nivå-tidskurvorna för tömning sammanfallande för åren 1976 och 1978 (fig. 5.3.1b). År 1977 har ingen lämplig tömningsperiod vid samma temperaturförhållanden kunnat erhållas så att en motsvarande tömningskurva kunnat upprättas men enstaka värden pekar på samma utseende detta år. Härur kan man dra slutsatsen att dagvattnet från parkeringsytan ej givit någon avläsbar igensättningseffekt. Härvid får dock uppmärksammas att Tullingemagasinet hydrauliskt fungerat helt annorlunda än Södertäljemagasinet, eftersom singelbädden alltid varit helt fylld med vatten och vattenytans nivåförändringar hela tiden försiggått i återfyllningen ovanför magasinet. Anledningen härtill har varit att singelbädden varit förlagd under lerans torrskorpa varigenom tömning av bädden förhindrats. Ingen vattenströmning har därför förekommit ut genom magasinets väggar utan utslutande genom dess tak, dvs i motsatt riktning mot suspensionens sedimentationsriktning. Detta måste uppenbarligen motverka igensättningseffekten i filterduken ovanför singelbädden i jämförelse med om strömningen skulle ha skett vertikalt nedåt eller horisontellt utåt från magasinet. Samtidigt kommer hela magasinets volymen alltid att fungera som sedimentationsutrymme för nedfört suspenderat material, som därför till större delen kan förväntas sedimentera på de enskilda stenarna i magasinet.

Erfarenheterna från detta magasin och magasinet vid Sydhamn tyder på att det är möjligt att uppnå en tillfredsställande lösning av problemet med lokalt omhändertagande av förorenat dagvatten. Ett hålrumsmagasin av den använda typen ger nämligen mycket god effekt med avseende på frånskiljning av suspenderat material, en effekt som ökar med magasinets fyllnadsgrad. Om ett magasin konstrueras så att det ständigt är fyllt till en viss volym och dagvattnet tillföres inom denna volym med god fördelning, kommer huvuddelen av det suspenderade materialet att samlas inom denna volym. Det genomströmmande vattnet stiger uppåt i magasinet till den övre delen där vattnet kan tömmas i sidled. Vid tillfället då vattnet går vidare upp i återfyllningen ovanför magasinet fungerar återfyllningens porositet som utjämningsmagasin.

Om ett magasin i sin helhet utföres i jordlager som har viss genomsläpplighet och sålunda magasinet till en början helt kommer att tömmas mellan regnen, kommer om några år magasinets botten och nedre delen av dess väggar att tätas av det medföljande suspenderade materialet. Genom tätningen kommer magasinets undre del mer och mer att stå ständigt fyllt med vatten och det suspenderade materialet sprids effektivt inom den sedimenteringssamlade volymen.

Den successiva årliga volymminskningen av magasinet som härigenom uppstår, är som ovan påpekats liten och kan beräkningsmässigt fastställas utifrån omnämnda översiktliga erfarenhetsvärden.

5.3.2 Infiltration

När man konstaterar hur stor differens som föreligger i avrinning vid lågpunkten av dikena i de båda undersökta områdena i Tullinge gård (5.1.2) och Snättringe (5.2.2) måste samtidigt två skillnader tas i beaktande. Den ena skillnaden ligger i grundvattennivån, som i Tullinge gård tidvis ligger högre än dikesbotten men i Snättringe alltid lägre än dikesbotten. Den andra skillnaden ligger i vegetationens karaktär med nyanlagd och kortklippt grässlånt i Tullinge gård och till stor del vildvuxen och oklippt gräsyta i Snättringe. Båda skillnaderna verkar till nackdel för infiltrationsförmågan i Tullinge gård respektive till fördel för densamma i Snättringe. Vegetationskaraktärens effekt är dock avsevärt underordnad grundvattennivåns effekt på avrinningsförhållandena. Man måste dock uppmärksamma att de volymmässiga avrinningarna som avslästs vid skibordet i Tullinge gård är åtskilligt större än de volymer nederbörd som fallit på de hårdgjorda ytor som avvattnas mot diket. Detta kan bero på att diket tar emot grundvatten från ett betydligt större område uppströms (norr) om diket och på andra sidan Flottbrovägen, uppgående till mer än en hektar.

Samtliga analysresultat som redovisats under kapitel 4 och 5 gäller lösta halter i proverna, således efter centrifugering, filtrering eller dekantering. Detta innebär att tungmetaller i fast fas ej finns med i analysvärdena. Som nämnt under 4.3 är övervägande delen av tungmetallföroreningarna i dagvattnet bundna till det suspenderade materialet. Denna bindning sker redan i det på ytan avrinnande dagvattnet vilket bekräftas av mätvärdena i tabellerna 5.1.1a och 5.2.1a. Se även Malmquist m fl 1975 och 1976 som påvisar samma förhållanden. De uppmätta tungmetallhalterna är låga redan i tillflödena till magasinen, dvs i den fria vätskefasen i dessa tillflöden. Det är därför inte förvånande att tungmetallhalterna är mycket låga även i grundvattnet. Sålunda ligger de flesta registrerade tungmetallhalter under de gränsvärden som uppställts för dricksvatten. Undantag utgör några resultat från rör 7619 vid Flottbrovägen (infiltration i gräsytan). Enligt mätningarna 77 06 22 i detta rör har sålunda en ovanligt hög blyhalt = 0,55 mg/l uppmätts trots att lokalen finns i vägslånten intill en nyanlagd lågtrafikerad yta. Samma prov innehåller ovanligt mycket fosfor (P) och andra metaller som brukar ingå i konstgödning. Förklaringen till dessa tillfälliga koncentrationer kan endast vara att ytvatten i samband med ett kraftigt regn kan ha tillförts provstället

utefter röret eller genom en dålig tätning upptill i röret. Analyser av provet från samma tidpunkt i provrör 7618 som är placerat strax intill och på grundare djup visar inga sådana höga mätvärden. Detta bekräftar antaganden om att grundvattnet vid mätpunkt 7619 har fått direkttillförsel av ytvatten som alltså ej i vanlig ordning infiltrerats. Denna form av tillflöde av ytvatten till detta provställe kan även förklara de relativt höga fosfor-, bly- och kloridvärdena vid tidigare mättillfällen 76 04 22 och 76 12 20.

Under den fleråriga mätperioden har någon ökad koncentration av obundna tungmetaller i grundvattnet ej kunnat konstateras. Proven ger ej heller belägg för att koncentrationen av dessa obundna metaller är större i grundvatten beläget i mark i anslutning till starkt trafikerade trafikstråk än i grundvatten i mark intill lågtrafikerade ytor. Detta torde som påpekats i 4.3 bero på att tungmetallerna i dagvattnet i allt väsentligt binds såväl fysikaliskt som kemiskt i jord som sjunkvattnet passerar på väg ner mot grundvattnet.

6. KOSTNADSJÄMRÖRELSE

Kostnadskalkyler har upprättats för dagvattenanläggningar i två exploateringsområden. Dessa är Hultaområdet beläget i Ronneby kommun och Viksjöområdet beläget i Järfälla kommun.

I båda projekten har jämförelser gjorts mellan å ena sidan lokalt omhändertagande och å andra sidan konventionellt duplikatsystem.

Hultaområdet byggs ut under åren 1977 - 1980. Principen för dagvattenanläggningarna är lokalt omhändertagande. I planeringsskedet har projektering för såväl lokalt omhändertagande som för konventionellt duplikatsystem utförts. Dessa handlingar har legat till grund för kalkylen.

I Viksjöområdet med utbyggnad från 1968 har konventionellt duplikatsystem utförts. Med utgångspunkt från geotekniska handlingar och arbetsritningar för VA-ledningar, gator och tomtmark har dagvattenanläggningar för lokalt omhändertagande projekterats.

Kostnadsjämförelsen har i båda projekten gjorts med likvärdiga handlingar som underlag.

Kalkylerna omfattar endast anläggningar för dagvatten, nämligen dels huvudledningar från exploateringsområde till recipient och dels uppsamlingsledningar och magasin på allmän mark och gemensamhetsmark samt alla ledningar och magasin inom tomt inklusive ledningar under byggnader. Kalkylerna har upprättats av BPA:s kalkylavdelning.

6.1 RONNEBYPROJEKTET

Nordost om centrala Ronneby pågår utbyggnad av ett exploateringsområde inom Hulta på sammanlagt ca 27 ha. Bebyggelsen utgörs av 289 enfamiljshus varav 56 tomter upplåts till självbyggare. Bruttoexploateringsstalet är ca 0,15.

Området utgörs av ett bergmassiv. Bebyggelsen uppförs på de högsta delarna och ca 85 % av terrängen inom bebyggelseområdena är berg i dagen. Resterande ca 15 % består av friktionsjord såsom sand och morän med större mäktighet än 0,5 m. Vegetation finns främst på bergmassivets sluttningar.

Geohydrologiskt sett är bergmassivet ett inströmningsområde. Någon påtaglig naturlig ytavrinning har ej okulärt kunnat observeras på våren i samband med snösmältning. Vid sprängningsarbetena har också konstaterats att berget är rikt på sprickor. Söder om området finns en göl med arealen 1 ha. Vattennivån är ca +35 m. Bergmassivets högsta nivå är ca +50m.

Dagvattnet från området avleds i två riktningar dels söderut till befintligt ledningsnät och dels åt sydost till huvudledningar som delvis byggs ut i samband med exploateringen.

Anläggningskostnaderna har beräknats för dels konventionellt system som har projekterats men ej byggts och dels för det system som byggs, vilket är lokalt omhändertagande. I kostnadsjämförelsen har valts att utreda anläggningskostnader för de delar av området från vilka dagvattnet avleds åt sydost. Dessa delar omfattar 226 hus varav 28 är tomter för självbyggare. Arealen är 20 ha.

6.1.1 Konventionell lösning

Dagvattnet från takytor har förutsatts avledas till dagvattenledningarna i gatan. Varje tomt har projekterats med servisledning för dagvatten. Dagvattenavledning från bostadsgator är föreslagen ske till dagvattenbrunnar kopplade till uppsamlingsledningar belägna i gatumark. Ledningarna har dimensionerats för ett 10-minuters 1-årsregn = 100 l/s. ha. Dagvattenavledning från matargator är föreslagen ske till öppna diken utmed matargatorna.

Från exploateringsområdet avrinner dagvatten i två huvudledningar till en recipient.

Sträckan till denna är ca 2,5 km. Befintliga huvudledningar från recipienten fram mot exploateringsområdet finns på två ställen ca 700 m från exploateringsområdet. Dessa ledningar är dimensionerade för såväl Hultaområdet som för nedströms belägna befintliga områden. Nya huvudledningar med dimension ϕ 300 — ϕ 500 mm har planerats för dagvatten från exploateringsområdet till de två befintliga huvudledningarna. Dagvattenmängden i dessa är beräknad till 135 l/s respektive 280 l/s.

Förutom anläggningskostnader för de nya huvudledningarna skall anläggningskostnaderna för de befintliga huvudledningarna fram till recipienten delvis belasta exploateringsområdet. I kostnadssammanställningen under 6.1.3 har sistnämnda kostnad redovisats separat.

6.1.2 Lokalt omhändertagande

Dagvatten från takytor inom tomt avleds dels till perkolationmagasin i ledningsgrav och dels till markyta genom stuprör och utkastare. Utkastare används främst där naturmarksytor lutar från hus.

Dagvatten från bostadsgator samlas upp mot kantstöd. För att flödesutjämning skall kunna ske avleds det mot kantstöden

uppsamlade dagvattnet till volymmagasin, bestående av stora betongrör. Dessa beräknas kunna tömmas till omgivande jord respektive till fyllning i intilliggande ledningsgrav. Om föroreningshalterna i magasinerat dagvatten visar sig bli stora kan tömning även ske till spillvattenledning.

Dagvatten från matargator avleds till öppna diken utmed matargatorna.

Volymmagasinen är dimensionerade för minst 15 mm nederbörd och så att denna nederbördsmängd ryms inom magasinen. Dessutom kringfylls magasinen med grovkornigt stenmaterial som skärv och/eller makadam. Den effektiva volymen i magasinen och i kringfyllningen motsvarar minst 20 mm nederbörd. Perkolationsmagasinen är dimensionerade för 15 mm nederbörd.

Volymmagasinen är försedda med bräddavlopp. Dagvatten som bräddar avrinner normalt för infiltration till omgivande lägre liggande terräng. I några fall är bräddavlopp anslutet till spillvattenledning. Ledningsgravarna nyttjas som perkolationsmagasin. Bräddning sker till omgivande lägre terräng och till huvudledning för dagvatten som framdragits till exploateringsområdet. Bedömt överskottsvattenflöde som dräneras till huvudledningen är i storleksordning 5 l/s.

En ny huvudledning med av kommunen angiven minimidimension \varnothing 225 mm utförs på en sträcka av ca 700 m fram till befintlig huvudledning.

6.1.3 Resultat

Kostnaderna är redovisade efter 1978 års kostnadsläge.

I det konventionella systemet inkluderas 30 % av kostnaderna för ledningsgravar där dagvattenledning föreslagits i samma grav som vatten och/eller spillvattenledning.

I TAB. 6.1.3.1 framgår kostnadsskillnaderna för huvudledningarna.

TAB. 6.1.3.1 Kostnader för ledningar utanför exploateringsområdet.

Anläggningsdel	LOD-system	Konventionellt system
Huvudledningar		
Nyanlagda sträckor	105 000	705 000
Del i befintliga sträckor	430 000	430 000
Totalt	535 000	1 135 000

Den stora kostnadsreduktionen för LOD-systemets huvudledningar fram till befintliga ledningar beror på att LOD-systemet endast fordrar en huvudledning med dimension ϕ 225 mm mot två med dimensioner mellan ϕ 300 och ϕ 500 mm vid konventionellt system. Till dessa kostnader kommer kostnadsandel i befintliga huvudledningar. Denna belastar exploateringsområdet även om ledningskapaciteten ej utnyttjas. Trots detta blir totalt besparingen med LOD-systemet 600 000 kr eller 53 % av kostnaden för det konventionella systemets huvudledningar. Sträckan från exploateringsområdet till recipienten är ca 2 km. Om huvudledningar skulle ha anlagts enbart för Hultaområdet hade kostnaderna för LOD-system blivit kr 590 000 och för konventionellt system kr 1 380 000. Kostnadsbesparingen för LOD-systemet hade således ökat till kr 790 000 eller 57 % av kostnaden för konventionellt system.

I TAB. 6.1.3.2 framgår kostnadsskillnaderna för de olika dagvattensystemens anläggningsdelar inom exploateringsområdet.

TAB. 6.1.3.2 Kostnader för anläggningar inom exploateringsområdet.

Anläggningsdel	LOD-system	Konventionellt system
Uppsamlingsledningar	-	455 000
Servisledningar och/eller ledningar under hus	335 000	835 000
Volymmagasin	480 000	-
Perkolationsmagasin	160 000	-
Kantstöd	70 000	70 000
Totalt	1 045 000	1 360 000

Kostnadsskillnaden inom exploateringsområdet uppgår till 315 000 kr. Besparingarna i LOD-systemet beror på liten ledningsmängd och att filterbrunnar för dagvatten från taktytor är betydligt billigare än dräneringsbrunnar med sandfång. Dessutom avvattnas ca 30 % av de taktytor som ligger mot trädgårdssidan till marken via utkastare vilket minskar ledningsmängden.

Ytterligare kostnadsbesparingar skulle ha kunnat erhållas om dagvatten från entrégatorna hade kunnat infiltrerats i grönytor. Med den valda planlösningen var detta ej möjligt eftersom ett antal hus är placerade för nära gatan.

Om man förutsätter att vissa hus flyttas och att dagvatten från entrégatorna infiltreras i grönytor uppkommer en kostnadsminskning enligt tabell 6.1.3.3.

TAB. 6.1.3.3. Kostnadsbesparingar som uppstår om dagvatten från entrégator hade kunnat infiltreras på intilliggande grönytor.

<u>Anläggningsdelar</u>	<u>Kostnad</u>
Volymmagasin	385 000
Kantstöd	<u>70 000</u>
	455 000
 Avgår: längre servisled- ningar och entrévägar samt större grönytor	 <u>52 000</u>
Kostnadsbesparing	403 000

6.2 VIKSJÖPROJEKTET

Viksjo är beläget strax väster om Stockholm i Järfälla kommun. Inom området har ett sammanhängande exploateringsområde som omfattar 60 ha valts för kalkylering av alternativa system för dagvattenavledning. Bebyggelsen utgörs av 534 lägenheter i en- och tvåvåningshus och bruttoexploateringsstalet är 0,11.

Området utgörs av småkuperad terräng med morän på berg i de högre partierna och lera delvis täckt av svallsediment eller dyjord i lågpartierna. Berget går sparsamt i dagen. Utströmningsområdena föreligger endast inom de låglänta delarna av området.

Områdets avloppssystem är ett duplikatsystem och allt dagvatten från taktytor leds bort via ledningsnät till en recipient. Denna utgörs av ett huvuddike ca 1 km från exploateringsområdet, vilket dike leder ned till Mälaren.

För att kunna jämföra anläggningskostnaderna för det utförda konventionella dagvattensystemet har dagvattensystemet för lokalt omhändertagande projekterats och kalkylerats.

6.2.1 Konventionell lösning

Dagvatten inom tomt uppsamlas från taktytor på bostadshus och förråd. Varje småhustomt har därför ledningsservis för dagvatten. Dagvatten från parkeringsplatser och gångvägar på kvarterstmark uppsamlas i dagvattenbrunnar. Dagvatten från bostadsgator uppsamlas mot kantstöd och avleds till dagvattenbrunnar.

Ledningarna är dimensionerade för minst ett 10-minuters 1-årsregn. Dagvattnet inom exploateringsområdet avrinner dels norrut och dels söderut varefter avledning sker i två perifera uppsamlingsledningar österut till en huvudledning, som sålunda ansluter till exploateringsområdet i två punkter. Huvudledningen har dimension \varnothing 600 mm - \varnothing 1000 mm med en längd av ca 1 km till utsläppunkten.

6.2.2 Lokalt omhändertagande

Dagvatten från taktytor föreslås avledas dels till perkulationsmagasin, som i vissa fall förses med bräddavlopp, och dels inom utströmningsområdena till dräneringsmagasin. I några fall har föreslagits att avleda dagvattnet med utkastare för infiltration i mark. Dagvatten från förrådsbyggnader avleds med utkastare. Dränvatten från husgrunder leds till perkulationsmagasin som inom utströmningsområdena har bräddavlopp eller är utförda som dräneringsmagasin.

Dagvatten från parkeringsplatser föreslås avledas till perkulationsmagasin och dräneringsmagasin.

Från gångvägar avledds dagvatten till infiltrationsytor. Dagvatten från bostadsgator och entrégator föreslås avledas till infiltrationsytor belägna bredvid gatorna och i vissa fall till perkolationsmagasin. Gatorna utförs i dessa fall utan kantstöd.

Matargator som sträcker sig perifert utmed två sidor av exploateringsområdet har samma avvattning som i verkligt utförande. Dagvattnet avledds här till öppna diken.

Dagvattenledningar anläggs även i detta system i relativt stor omfattning. Detta beror på att markens naturliga kapacitet är för liten i de utströmningsområden som finns inom exploateringsområdet.

Det projekterade systemet för lokalt omhändertagande har varit låst av den gällande stadsplanen och därmed av de rådande förhållandena efter utbyggnad av området. Någon analys av hur ett från början planerat system för lokalt omhändertagande skulle ha påverkat planlösningen och därmed även kunnat påverka kostnadsbilden har ej kunnat ske inom ramen för denna utredning.

6.2.3 Resultat

Kostnaderna är redovisade efter 1978 års kostnadsläge.

I tabell 6.2.3 visas resultatet av kostnadsberäkningarna för de två alternativen.

Tab. 6.2.3 Kostnader för dagvattensystem i Viksjö.

Anläggningsdelar	LOD-system	Konventionellt system
Huvudledningar	313 000	620 000
Uppsamlingsledningar	1 333 000	2 352 000
Serviser och ledningar under hus	322 000	1 721 000
Magasin på tomtmark	1 210 000	-
Magasin i allmän mark och gemensamhetsmark	324 000	-
Kantstöd	83 000	269 000
Totalt	3 585 000	4 962 000
" kr/ha	60 000	83 000

Det kan konstateras att i detta exempel kostnader för anläggningar inom tomtmark blir ca 10 % lägre för LOD i jämförelse med konventionell lösning.

Huvuddelen av kostnadsbesparingarna vid LOD-systemets tillämpning ligger emellertid i reduceringar av kostnader för huvud- och uppsamlingsledningar tack vare dels minskat omfång och dels minskade dimensioner.

Totala kostnadsreduktionen i jämförelse med det utförda konventionella systemet skulle härigenom uppgå till 28 %.

Denna reduktion kan dock betraktas som liten i jämförelse med om hela projektet planerats för lokalt omhändertagande från början. Som redan nämnts under 6.2.2 har nämligen projekteringen för kostnadsberäkningarna varit låst vid den planlösning som redan existerar, vilket minskat möjligheterna till ytterligare besparingsåtgärder av sådan art, som exempelvis kunnat tillämpas i Hulta. Det resonemang, som förts i slutet av avsnitt 6.1.3 antyder att i ett område av Viksjös karaktär skulle man kunna närma sig en besparing av 50 % av totala dagvattenkostnaden för den konventionella lösningen.

6.3 UTVÄRDERING

Vid bedömning av de kostnadsjämförelser som här gjorts betr anläggningskostnaderna måste man ha klart för sig att de endast utgör två exempel, vart och ett med sina speciella förutsättningar. Några generella slutsatser om storlek av kostnadsbesparingar vid tillämpning av lokalt omhändertagande av dagvatten kan således ej dras.

Det kan dock konstateras att trots de jämförelsevis ogynnsamma förutsättningarna för LOD i Hulta, nämligen med 85 % berg i dagen, har detta system kunnat genomföras med betydande kostnadsbesparingar (ca 45 000:- kr/ha) gentemot konventionell dagvattenhantering.

Vidare kan konstateras att trots att sådana besparingar som en riktig geohydrologisk förplanering för LOD vid planlösningen skulle kunna medföra ej tillgodogjorts i Viksjö-området, så har även där kostnadsbesparingar (ca 23 000:- kr/ha) kunnat visas gentemot den konventionella lösningen.

Om man jämför de här redovisade kostnadskalkylerna med tidigare liknande kalkyler (Paus et al 1974, Carlstedt 1976) kan generellt konstateras att de största besparingarna vid tillämpning av LOD gentemot konventionellt dagvattensystem uppstår genom minskad mängd och storlek av huvudledningar och uppsamlingsledningar.

7. SAMMANFATTANDE UTVÄRDERING

I de flesta sammanhang är det tekniskt enklare och kostnadsmissigt billigare att ta hand om eller förebygga föroreningsutsläpp vid källan. Genom lagbestämmelser och förordningar försöker därför samhället gripa styrande och reglerande in i tidigt processkede för att uppnå denna effekt. Så sker även exempelvis betr utsläpp av svavel- och blyföroreningar. I denna forskningsuppgift ingår endast uppföljning av vad som sker sedan föroreningar från fordonstrafikerade vägar kommit ut på lokaler intill vägarna. Vidare skall råd lämnas om hur man under nu rådande förhållanden kan förfara för att så långt som möjligt begränsa de negativa konsekvenserna av dessa slag av föroreningar. I likhet med forskningsinriktningen i övrigt i detta avseende har tyngdpunkten lagts på utvärdering av tungmetaller- nas roll.

Så snart föroreningar kommit i kontakt med dagvattnet har man i nuläget i princip följande alternativ för borttransport och slutlig deponering:

7.1

Dagvattnet leds bort i separata dagvattenledningar som mynnar ut i sjöar och vattendrag som fungerar som recipienter.

7.2

Det mest förorenade dagvattnet leds bort tillsammans med avloppsvattnet till reningsverk.

7.3

Dagvattnet leds ner i hålrumsmagasin i mark där föroreningarna i allt väsentligt avskiljs och deponeras medan vattnet därefter perkolerar eller - alternativt - leds bort i rörledningar till recipient.

7.4

Dagvattnet leds i rörledningar till bergrums- eller betongmagasin där avskiljning av föroreningar sker i olika former. I likhet med omhändertagandet enligt 7.2 innebär detta att någon form av slutlig deponering av föroreningarna måste väljas och att dagvattnet efter avskiljning av föroreningarna leds ut i vattendrag eller markrecipient.

7.5

Dagvattnet leds direkt ut på infiltrationsytor där det infiltrerar och perkolerar ner mot grundvattnet.

I det följande skall för- och nackdelar med de olika systemen beskrivas.

7.1

Sedan 1950-talet har man valt att leda bort dagvattnet från bebyggelseområden i separata rörledningar till vattendrag. Allt efter ökningen av fordonstrafiken har föroreningsmängderna tilltagit. Dagvatten från starkt fordonstrafikerade vägar kan idag beträffa vissa slag av föroreningar vara mer nedsmutsat än renat spillvatten (Malmquist 1975 och 1976). I detta ledningssystem har viss avskiljning skett i slamfånget i dagvattenbrunnarna. Resterande föroreningar har följt med dagvattnet ut i vattendragen där föroreningarna lagrats och/eller gått in i näringskedjan genom att tas upp av växter och djur.

Tillförsel av starkt förorenat dagvatten till vattendrag är redan i det relativt korta tidsperspektivet av något 10-tal år en icke tillfredsställande deponeringslösning. Sett i ett ännu längre tidsperspektiv framstår behovet av andra systemlösningar tydligt. Förbättringar genom slamavskiljning i brunnar minskar visserligen föroreningsgraden och recipientproblemet. Men detta starkt förorenade slam måste tas om hand och deponeras. Idag sker detta på ett okontrollerat sätt. Oftast får soptippar och uppfyllnadsområden i terrängen ta emot sådant material.

7.2

Under senare år har förslag framkommit att leda starkt förorenat dagvatten in i avloppsledningssystemet för vidaretransport till reningsverk. Fördelen med avskiljning innan vattnet släpps ut i recipienten är uppenbar. Föroreningsmängderna i vattendragen hålls nere. Andra och delvis nya problem skulle emellertid uppstå. Röttslammet från reningsverken har hittills i väsentlig grad deponerats på soptipparna.

I alltför många fall har även platser i den orörda naturen tagits i anspråk. En utökning av röttslammets tungmetallhalter ställer ytterligare anspråk på deponeringsplatsernas läge och utformning.

I ökad omfattning har kvittblivning av röttslam på åkrarna kommit till användning med eller utan olika former av mellanliggande kompostering. Bestämmelserna härom föreskriver kontroll av slammet och begränsade mängder av tungmetaller. Uppenbarligen får överledning av starkt förorenat dagvatten inte göras i sådan omfattning att tillåtna halter tungmetaller i slammet riskerar överskridas. Omfattningen av sådan överledning måste begränsas till så ringa omfattning som möjligt. Från fall till fall bör beräkningar genomföras över hur mycket dagvatten och hur mycket tungmetaller som kan komma att tillföras genom sådan överledning innan den genomföres.

7.3

Av 7.2 och 7.3 framgår problemen med att hitta lämpliga former för slutlig deponering av dagvattenföroreningarna. Vår forskning har visat på ytterligare en möjlighet. Dagvattnet leds ner i hålrumsmagasin i mark där föroreningar som är fysikaliskt eller kemiskt bundna till det suspenderade materialet attraheras av magasinets fyllningens material, avskiljs och fastnar. Magasinets läge och utformning bestämmer därefter om man skall låta dagvattnet perkolera ner mot grundvattnet, ut i omgivande marks spricksystem och/eller om det skall ledas bort i ledningssystem. Vår forskning betr dessa slag av magasin har omfattat en för kort tidsperiod och varit för begränsad till sin omfattning för att vi skall ha kunnat registrera och kvantifiera alla förändringarna i systemförloppet olika delavsnitt. Det som hittills framkommit tyder emellertid på att denna form av avskiljning och deponering skulle kunna vara ett bättre alternativ än systemlösningar enligt 7.1 och 7.2. De farligaste föroreningarna = tungmetallerna fastnar i allt väsentligt i magasinet som ligger på sådant djup att lokal återföring i näringskedjan ej kan ske. De prov på grundvattnet intill dessa magasin som tagits tyder ej på ökad och ej heller på farlig koncentration av de skadliga tungmetallerna till följd av den valda systemlösningen.

Ett hålrumsmagasin för dagvatten från starkt trafikerad gata som projekterats enligt anvisningarna i 9 kommer efter 40-50 år att fyllas med suspenderat material och därmed ej fungera på avsett sätt. Magasinet kan dock lätt i framtiden ersättas med ett nytt liknande magasin på intilliggande plats inom byggelsens fria markområde. Även detta steg av flexibilitet är en klar fördel. I motsats till systemlösningarna enligt 7.1 och 7.2 fordras dessutom ingen mellanhantering och kontroll av material där ifrågavarande föroreningar ingår. Driftskostnaderna måste därför bli jämförelsevis låga.

7.4

Föroreningarna i dagvattenrecipienten kan hållas nere genom att först leda dagvattnet till bergrums- och betongmagasin och genom olika tekniska avskiljningsanordningar i anslutning härtill. Emellertid står man inför samma problem som beskrivits i 7.1 och 7.2. Det avskilda föroreningsbemängda materialet måste hanteras och lämplig plats för slutlig deponering i naturen måste finnas. Om ett sådant system skall bli helt tillförlitligt fordras kontinuerlig kontroll och driftsövervakning vilket även medför kostnader.

7.5

Hittills utförda undersökningar i in- och utland visar på markens stora förmåga att ta upp och att fysikaliskt och kemiskt binda till sig föroreningar typ tungmetaller (se 4.3). Även organiska föroreningar kan tas om hand och bryts med tiden

ner till oorganiskt material. Humusskiktets funktion är i dessa avseenden speciellt omvitnat. Våra egna undersökningar tyder på samma funktionella förhållanden. Med reservation för den relativt korta uppföljningstiden av två till tre år så tyder inget på att mängden registrerbara ej bundna tungmetaller har ökat eller är oroande stor i grundvattnet inom de undersökta lokalerna. Gräsbevuxna vägslänter och diken och grönytor inom bebyggelseområden fungerar samtidigt allmänt som dagvattenrecipienter som reglerar och fördelar dagvattenflödena på ett positivt sätt. Någon påtaglig skadegörelse på gräsvegetationen på slänter som utsatts för dagvattenflöden från starkt trafikerade vägar som Sockenvägen, Stockholm har ej okulärt kunnat fastställas. Litteraturen pekar emellertid på att vissa slag av träd och buskar utefter sådana vägar är mera påtagligt utsatta än gräsvegetation.

Tungmetaller tas upp och lagras i gräset och då speciellt i rotsystemet. Detsamma kan ske i exempelvis trädgårdsväxter. Tills man vet mera om hur och i vilka former och koncentrationer som tungmetallföroreningar kan tas upp i den mänskliga organismen varnas för användning av infiltrationssystem som omfattar omhändertagande av dagvatten från starkt trafikerade vägar genom infiltration på ytor bevuxna med ätbara trädgårdsväxter.

Även betr infiltrationssystemet kan sägas detsamma som påpekats under 7.3 betr risker och driftsförhållandena. I jämförelse med systemlösningarna beskrivna under 7.1, 7.2 och 7.4 synes infiltrationssystemet vara att föredra om naturliga förutsättningar härför finnes på platsen. Ytskikt och vegetation bör i så fall väljas med tanke på denna inriktning. I jämförelse med nuvarande underhåll av vägar och gator som försetts med kantsten kan mera manuell hantering av underhållet på vägområdet bli erforderligt om kantstenarna i samband med val av infiltrationslösning slopas. Papper och dylika fasta föroreningar kommer i något ökad omfattning att hamna på slänter och grönytor. Å andra sidan underlättas det maskinella underhållet genom att sandningssand och dylikt material av mineraliskt ursprung som följer med dagvattnet ut på grönytorerna kan kvarligga om ej mängderna med tiden blir för stora. Stödremsa enligt 8.3 motverkar spårningsskador i ytskiktet bredvid belagd yta.

8.

DRIFT OCH UNDERHÅLL AV ANLÄGGNINGAR FÖR LOKALT
OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN

Inom bebyggelse där dagvatten avleds till infiltrationsytor och magasin i mark kommer drift och underhåll av yttre anläggningar att vara något annorlunda än i områden där dagvatten avleds till ledningsnät.

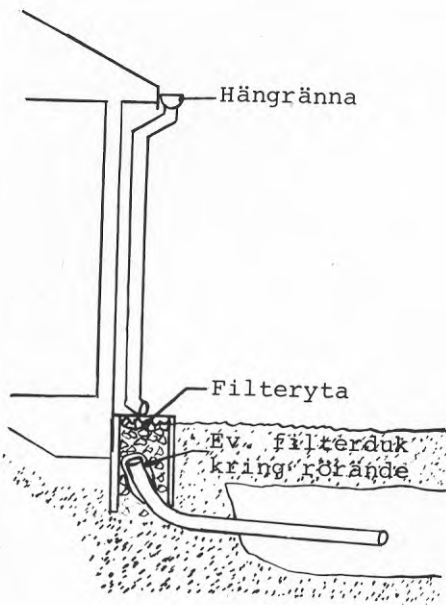
I sättningskänsliga jordar kommer underhåll och reparationer av såväl ledningsnät som ytskikt och anläggningar totalt sett att minska till följd av begränsade grundvattensänkningar och därmed mindre sättningskador. Ledningsmängden kommer att minska och därmed även behovet av ledningsunderhåll - särskilt inom inströmningsområden. Överskottsvatten som leds till recipient är praktiskt taget fritt från partiklar och föroreningar som kan påverka recipienten negativt.

Under senare år har man allmänt kommit till insikt om värdet av att behålla befintlig vegetation och då speciellt trädbeståndet. Man erhåller en redan etablerad och uppväxt grönska vilket är till fördel för boende- och arbetsmiljön och underhållet blir mindre i jämförelse med nyplanteringar. Förutsättning härför är dock att den ursprungliga vattenbalansen ej rubbas för mycket vilket i sin tur förutsätter att dagvatten ej leds bort utan tillföres marken. LOD-systemet kan klara detta. Ett välplanerat LOD-system kan medverka till att minska underhållet även på anlagda vegetationsytor inom exploateringsområden.

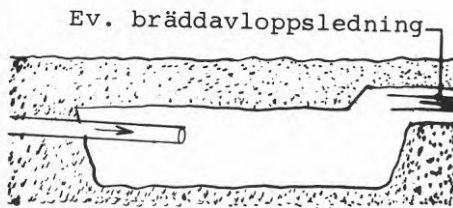
Åtgärder i samband med drift och underhåll av olika delanläggningar ingående i system för lokalt omhändertagande av dagvatten redovisas kortfattat nedan.

8.1

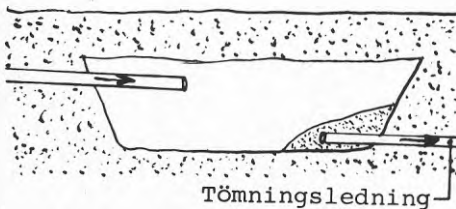
PERKOLATIONSMAGASIN



Filterbrunn och bräddavlopp till markyta vid stuprör.



Perkolationsmagasin.



Utjämningsmagasin.

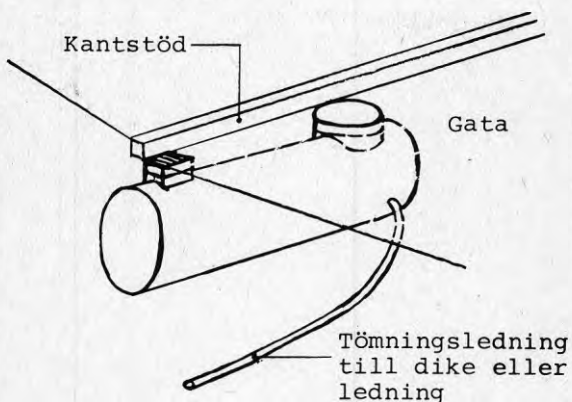
Under den första driftperioden sker kontroll av filterytor 1 gång/år. Behov av återkommande kontroller kan sannolikt bedömas först efter några års drifttid. Omfattningen är beroende av ett flertal faktorer. Höga lövträd intill låghusbebyggelse leder naturligt nog till tätare intervall av rensning av hängrännor och filter än om bebyggelseområdet består av höghus med kringliggande gräsmattor. Från takbeläggningar som betongtakpannor och takpapp lossnar särskilt mycket finmaterial under byggtiden och närmast därefter. Hängrännor och filter skall därför göras rena efter färdigställande. Synliga filter som t ex makadamyta i filterbrunn under stuprör rengörs när den är täckt med löv och annat material från vegetationen. Ej synligt filter friläggs när dagvatten ej infiltrerar tillräckligt snabbt genom filterytan.

Bräddavlopp från magasin erfordrar ej särskild tillsyn.

Tömningsledning i dräneringsmagasin fordrar ej särskild tillsyn.

8.2 VOLYMMAGASIN

En sådan anläggning utgörs av stora betongrör och förses med intag, inspektionsbrunn, sandfång och utloppsanordning.



Volymmagasin.

Kontroll av volymmagasin bör tills vidare ske 1 gång/år. Tömning av sandfång respektive uppsugning av sedimenterat slam i magasinet beräknas kunna begränsas till 1 gång under 3-5 år om magasinet dimensioneras enl anvisningarna i 9. Tömningsintervallet är även beroende av dagvattnets slammängd och av slammets egenskaper och dess påverkan på det vatten som efter magasinering skall infiltreras eller ledas till recipient.

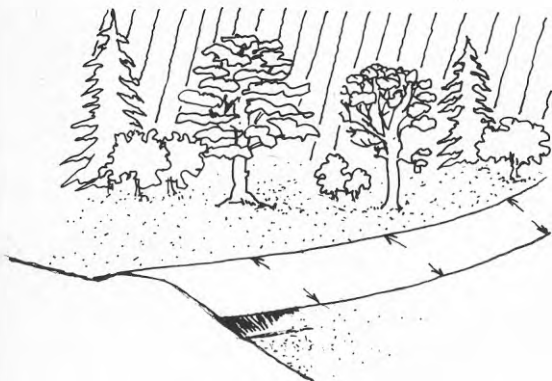
Kontroll och eventuell rengöring av sil vid utloppsanordning i samband med slamsugning.

Om volymmagasinet placeras intill gata och dagvattnet avleds från vanlig dagvattenbrunn blir rensningsbehovet av brunnen lika som för konventionellt system. Dagvattenbrunnen kan utföras utan sandfång varvid rensning sker i volymmagasinet. Alternativt kan i stället regnvattenbrunn utföras med stor diameter (ϕ 1000 - ϕ 1200) och sandfång varvid rensningsbehovet i volymmagasinet minskar. Val av systemlösning är beroende av lokala förhållanden.

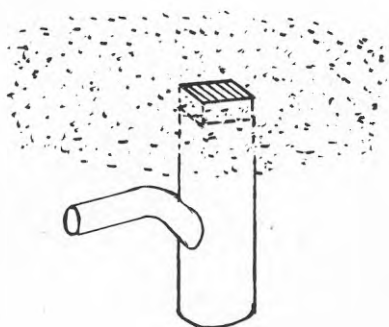
8.3 INFILTRATIONSYTOR

Gräsbevuxna ytor inom bebyggelseområden ägnar sig i regel väl till infiltrationsytor. En sandig matjord har en större infiltrationskapacitet än en lerig matjord som dessutom i brukskedet kan bli extra tät genom tilltrampning. Skogsmark och anlagda ytor med buskvegetation kan även användas för infiltration. I vissa fall kan behov föreligga att anlägga ytor med större infiltrationskapacitet. Sådana ytor kan bestå av berg- och gruskrossprodukter.

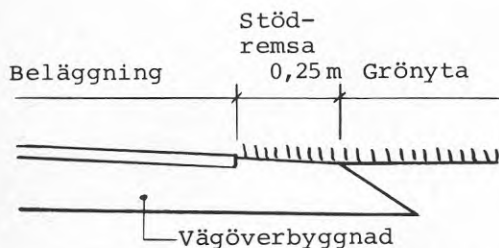
Behovet av underhåll av infiltrationsanläggningar är beroende av materialet i ytan, ytans struktur och lutning. Här nedan följer några allmänna anvisningar betr underhållet satt i relation till anläggningarnas utformning:



Dagvattenavledning till gröngjord mark och naturmark.



Brunn i gräsyta.



Dagvattenavledning från hårdgjord markyta till infiltrationsyta.

Gräsytor slås endast 2 - 3 gånger per säsong om en god infiltrationskapacitet skall erhållas. Något speciellt underhåll i övrigt erfordras ej. Där återkommande ytuppmjukning uppstår kompletteras allt efter skälet härtill med dränledning eller andra lämpliga åtgärder.

Lågpunkt i gräsyta skall vara flack eller plan. Brunnsbetäckning skall i brukssituationen ligga i nivå med markytan. I dikeslågpunkt bör kupolbrunn användas. I lågpunkter på flacka ytor utförs brunnsbetäckningen av gallerbetäckning RSK 2961. Man bör så långt som möjligt undvika att placera dagvattenbrunnar i mark som är obevuxen.

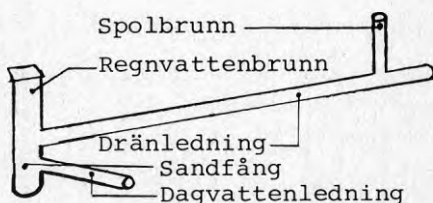
Där återkommande erosion uppstår i lutande infiltrationsyta eller källare byggs utförs en ränna av plattor eller sten fram till flack infiltrationsyta.

Dagvattenbrunn i gräsmatta bör förses med sandfång. Tömningsintervallerna är beroende av mängden slam i dagvattnet. Översiktligt kan man räkna med en tömning vart 3:e till 5:e år. Brunn i dikeslågpunkt kan behöva årlig tillsyn.

När kantstöd saknas skall beläggning ha erforderligt stöd av friktionsjord, s k stödremsa. Detta minskar risk för spårbildning i markytan och innebär stor perkolationskapacitet där infiltrationen är störst. Stödremsan kan besås samtidigt med intilliggande gräsyta.

8.4 TÄCKDIKE

Dräneringsanläggningar inom utströmningsområden har en viktig funktion under långt tidsperspektiv. Igensättning i ledningar eller brunnar medför att vatten kan bli stående i svackor i markytan och att ytuppmjukning kan bli följden i finkorniga jordar.



Intagsbrunn och spolbrunn bör kontrolleras och ev slam som hindrar ledningsfunktionen borttagas. Tömningsintervallerna måste anpassas till de lokala förutsättningarna.

Dränledning i täckdike.

8.5 DAGVATTENLEDNING FÖR ÖVERSKOTTSVATTEN

I utströmningsområde utförs normalt dagvattenledning. Till denna ansluts dagvattenbrunnar, bräddavlopp, tömningsledning från dräneringsmagasin samt dräneringsledning från husgrunder, värmekulvertar och täckdiken. Dagvatten som tillförs dagvattenledning efter att ha passerat ett LOD-system innehåller små mängder partiklar. Underhållet för rensning blir därför minimalt.

Vid utloppsledning för överskottsvatten i recipient erfordras ej några säkerhetsanordningar för oljeutsläpp eller dylikt. Rensningsbehov för sedimenterat material föreligger ej.

8.6 SNÖUPPLÄGGNING

Borttransport av snö bör undvikas. Vid utformning av stadsplaner måste i så fall utrymme för snöupplag tillgodoses på infiltrationsytor intill vägar och planer som plogas.

Snöröjningen måste göras så att ej smältvatten blir instängt på vägbanan och att ej snöupplag packas onödigt hårt i höga vallar. Snöslungor kan ofta av dessa skäl vara bättre alternativ än snöplogar. Snö bör aldrig läggas på belagd yta, då man lätt får ojämna tjälrörelser och spruckna beläggningar.

Nedan har några fördelar med att lägga upp snö på infiltrationsytor noterats:

- Smältvatten infiltrerar i marken. Någon avrinning ut på hårdgjorda ytor bör normalt ej förekomma om rätta lokala förutsättningar tillskapats.
- Föroreningar från trafik och stoftnedfall kommer att lagras (förvaras) i markens övre skikt (se 4.3 och 7) i stället för att förorena vattendragen där snön normalt tippas.
- Grundvattenbildningen upprätthålls inom avrinningsområdet.
- Inga kostnader för snötransport.
- Brunnsar under snödrivor täpps ofta till. LOD-systemet gör det möjligt att smältvatten rinner bort utan överdämning på grund av igensatta brunnsgaller.
- Smältvatten belastar ej avloppsreningsverket.

9. PROJEKTERING FÖR LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD)

9.1 PLANERING

Innan projektering av LOD kan ske måste en geohydrologisk utredning genomföras. Den geohydrologiska utredningen utgör den fundamentala grunden för projektering av LOD och utan denna grund kan projektet leda till misstag och svårreparerbara negativa effekter. Utredningen kan med fördel samordnas med geoteknisk utredning och vegetationsutredning när det gäller framtagning av utgångsdata. Målsättningen bör vara att fastställa geologisk uppbyggnad av området, bestämma karakteristiska grundvattennivåer och bestämma områdets vattenbalans i naturtillståndet. Utifrån utredningens resultat kan sedan vattenbalansen i den blivande byggda miljön anpassas till naturtillståndets vattenbalans genom användning av dagvattnet från täta ytor som en resurs. Allt efter de lokala förutsättningarna kan dagvattnet användas till att inom inströmningsområden söka bibehålla de naturliga grundvattennivåvariationerna och de naturliga markvattenmagasinsamplituderna. Inom utströmningsområden måste å andra sidan extra dräneringsåtgärder sättas in i vissa fall för att dessa områden ska kunna anpassas till den byggda miljös krav på framkomlighet. Utredningen kan därvidlag ge besked om erforderliga extra dräneringsåtgärder utöver dem som bebyggelsens normala dräneringssystem och ledningssystem ändå ger upphov till. Inom vissa utströmningsområden med lersediment kan dock dagvatten behöva användas för att förhindra en för stor uttorkning i lerans torrskorpa.

Med den geohydrologiska utredningen som underlag kan valen av olika åtgärder i LOD-systemet ske exempelvis enligt den vägledning som följer under avsnitt 9.2. De enskilda utförandeformerna för infiltration och för magasin samt dimensioneringen kan sedan ske enligt avsnitt 9.3.

9.2 VÄGLEDNING VID TYPVAL

För att få vägledningen hanterlig och därmed praktiskt användbar har vissa schematiseringar fått tillgripas. Vägledningens uppgifter får därmed karaktär av "tumregler".

A.

Förutsättning: Infiltrationsytor med heltäckande markvegetation finns med fall från tät yta som ska avvattnas.

A.1

Inströmningsområde

A.1.1

Grundvattenytan alltid minst 0,5 m under mark. Infiltrerbar yta är minst dubbelt så stor som avvattnad tät yta.

ALLT VATTEN KAN FÖRUTSÄTTAS INFILTRERAS (FIG. A.1.1)

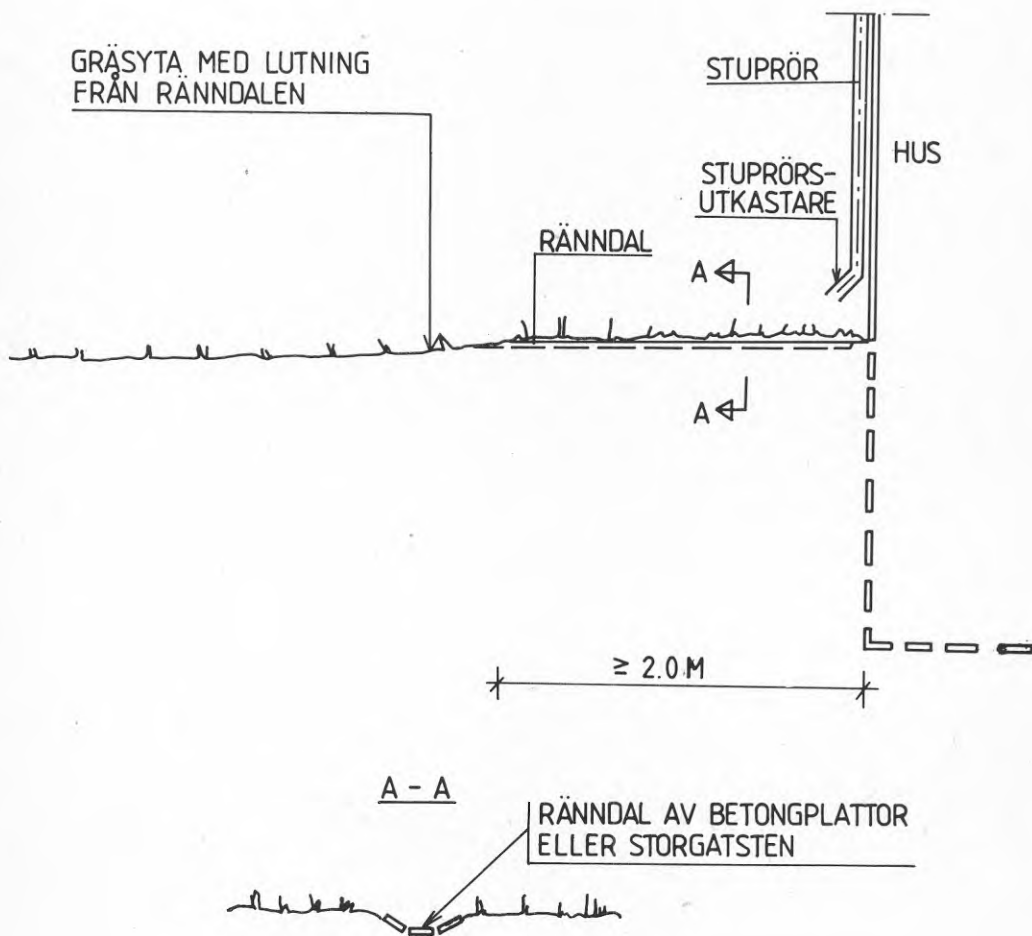


Fig. A.1.1 Exempel på utformning av anläggning för infiltration av takvatten på vegetationsyta.

A.1.2

Grundvattenytan alltid minst 0,5 under mark. Infiltrerbar yta mindre än dubbla avvattnade täta ytan, dock minst 30 % av den täta ytan.

DET MESTA VATTNET KAN FÖRUTSÄTTAS INFILTRERAS MEN DAGVATTENBRUNN ELLER ANNAN YTVATTENRECIPIENT MÅSTE FINNAS I LÅGPUNKT OCH DIMENSIONERAS FÖR 5 l/s ha FRÅN DEN AVVATTNADE YTAN. (FIG. A.1.2).

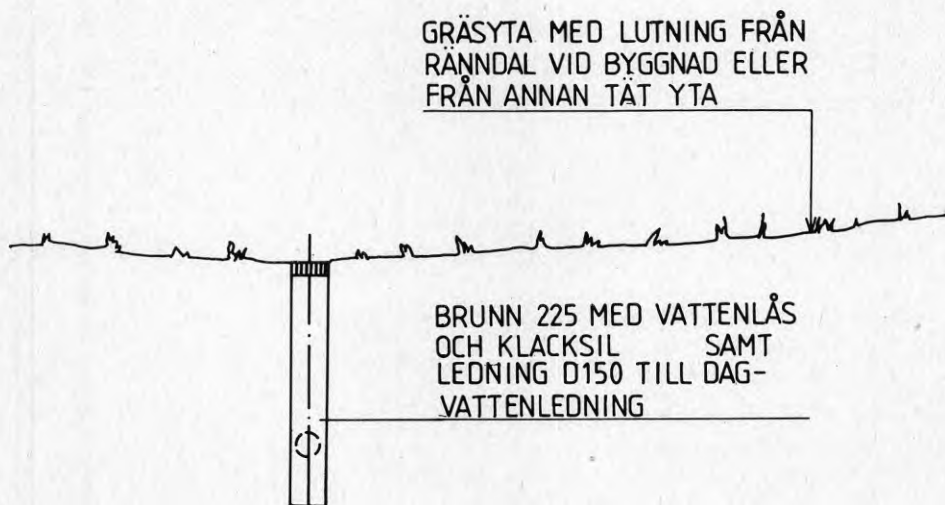


Fig. A.1.2 Infiltration på vegetationsyta med dagvattenbrunn i lågpunkt

A.1.3

Grundvattenytan tidvis högre än 0,5 m under mark som är horisontell eller nästan horisontell. Infiltrerbar yta är minst dubbelt så stor som avvattnad tät yta.

DET MESTA VATTNET KAN FÖRUTSÄTTAS INFILTRERAS, MEN DAGVATTENBRUNN ELLER ANNAN YTVATTENRECIPIENT MÅSTE FINNAS I LÅGPUNKT OCH DIMENSIONERAS FÖR 5 l/s ha FRÅN DEN AVVATTNADE YTAN (FIG. A.1.2)

A.2

Utströmningsområde

A.2.1

Försumpningsmark

INFILTRATION ÄR EJ MÖJLIG OM INTE MARKEN DRÄNERAS. I SÅDANT FALL MÅSTE YTVATTENRECIPIENT (ALT DAGVATTENLEDNING) ÄNDÅ FINNAS I LÅGPUNKT OCH DIMENSIONERAS FÖR 2 (5) l/s ha I HELA AVRINNINGSSOMRÅDET

Värde inom () om skaderisk föreligger vid kortvarig översvämning.

A.2.2

Dränerad mark. Infiltrerbar yta är minst 30 % av avvattnad tät yta.

DET MESTA VATTNET KAN FÖRUTSÄTTAS INFILTRERAS MEN YTVATTENRECIPIENT (ALT DAGVATTENLEDNING) MÅSTE FINNAS I LÅGPUNKT OCH DIMENSIONERAS FÖR 2 (5) l/s ha I HELA AVRINNINGSSOMRÅDET. (FIG. A.1.2)

Värde inom () om skaderisk föreligger vid kortvarig övervämmning.

B.

Förutsättning: Infiltrationsytor av tillräcklig storlek och karaktär finns ej för mottagning av vatten från tät yta.

B.1

Dagvatten med låg halt suspenderat material

B.1.1

Inströmningsområde

B.1.1.1

Grundvattenytan alltid lägre än magasinets botten och

- a) sedimentjord med k-värde $> 10^{-5}$ m/s, motsvarande grovsiltig finsand, eller
- b) genomsilningsmark på moränbas, t.ex. svaldad morän i sluttning, eller
- c) torrskorpa på varvig lera (magasin dock ej närmare lägre belägen byggnad än 5 m)

VÄLJ PERKOLATIONSMAGASIN UTAN BRÄDDAVLOPP (EXEMPEL FIG. B.1.1.a OCH B.1.1.b).

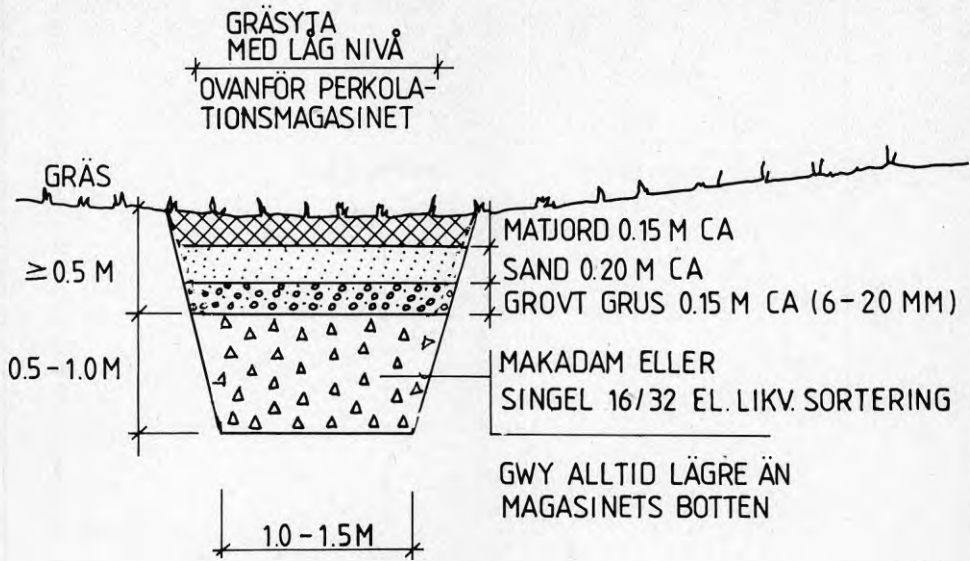


Fig. B.1.1a Grundprincip för perkulationsmagasin

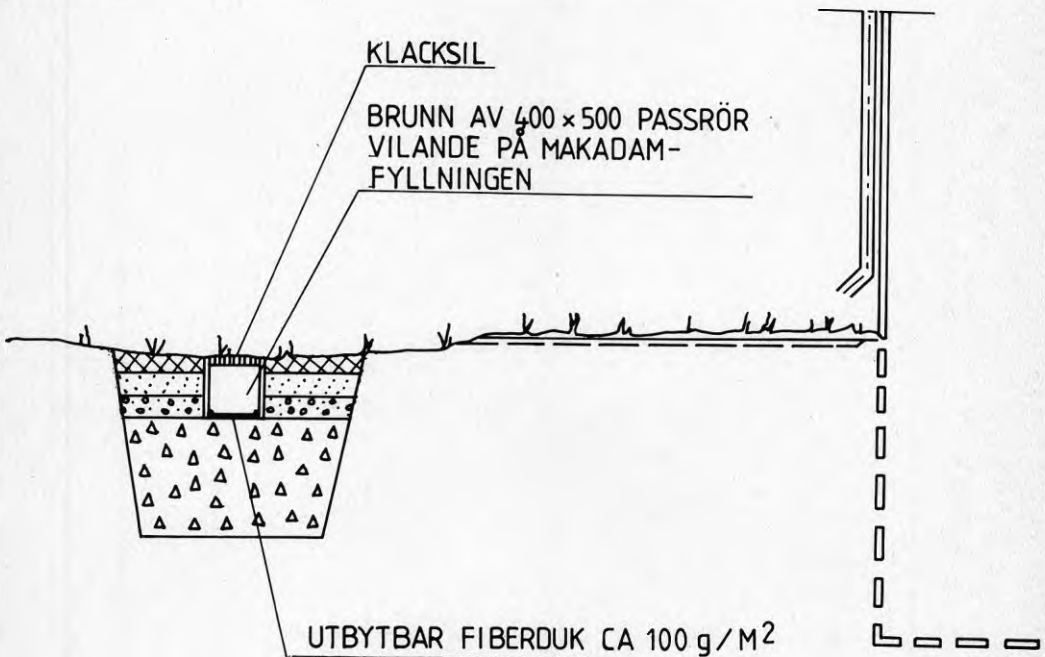


Fig. B.1.1b Perkulationsmagasin med mottagningsbrunn

B.1.1.2

Grundvattenytan under kortare tidsperioder högre än magasinets medelnivå. I övrigt som B.1.1.1.

VÄLJ PERKOLATIONSMAGASIN MED BRÄDDAVLOPP (EXEMPEL FIG B.1.1.2) (för att undvika skadlig ytuppmjukning).

BRÄDDVATTENFLÖDE 5 l/s ha AV AVVATTNAD YTA.

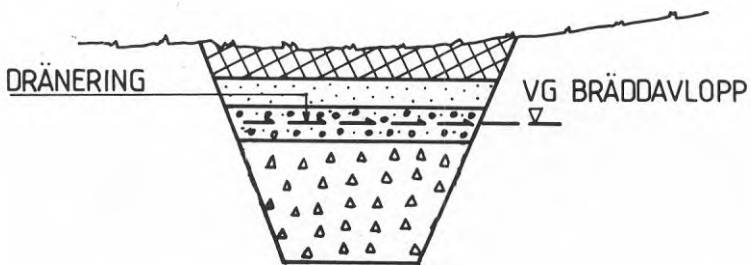


Fig. B.1.1.2 Perkulationsmagasin med bräddavlopp
(Mått jfr fig. B.1.1a).

B.1.1.3

Grundvattenytan alltid eller oftast högre än magasinets botten

- a) Jord med k -värde $> 10^{-5}$ m/s

ALLMÄN DRÄNERING ERFORDERLIG FÖR SÄNKNING AV GRUNDVATTENY-
YTAN. DÄREFTER ENL B.1.1.2

- b) Jord med k -värde $< 10^{-5}$ m/s, flack mark

VÄLJ DRÄNERINGSMAGASIN (EXEMPEL FIG. B.1.1.3)

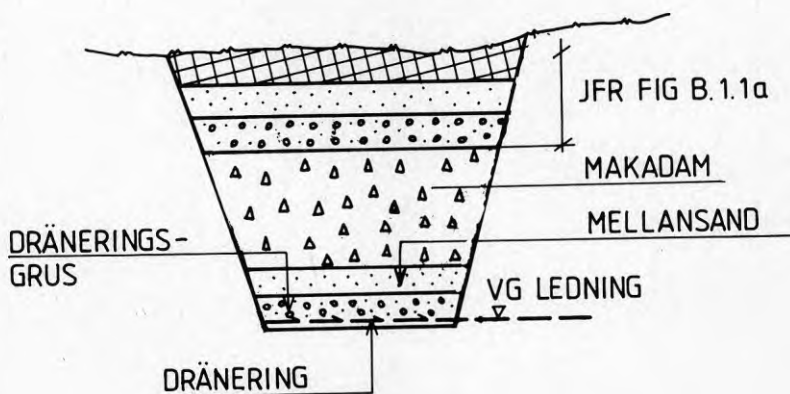


Fig. B.1.1.3 Dräneringsmagasin

- c) Jord med k-värde $< 10^{-5}$ m/s, lutande mark
(1:20 - 1:5)

VÄLJ PERKOLATIONS-
MAGASIN MED BRÄDDAVLOPP (FIG. B.1.1.2)

B.1.2

Utströmningsområde

B.1.2.1

Jord med k-värde $> 10^{-5}$ m/s

EXPLOATERINGEN MYCKET BESVÄRLIG OCH KOSTSAM.
MARKEN EJ LÄMPLIG ATT BEBYGGA.

B.1.2.2

Jord med k-värde $< 10^{-5}$ m/s

- a) Icke sättningsbenägen mark

VÄLJ DRÄNERINGS-
MAGASIN (FIG. B.1.1.3)

- b) Sättningsbenägen mark

VÄLJ REGLERAT BRÄDDAVLOPPSMAGASIN (EX. FIG B.1.2.2)

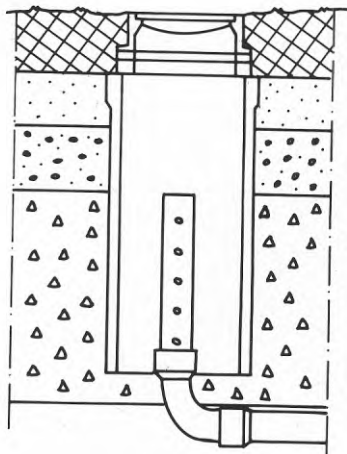


Fig. B.1.2.2 Reglerat bräddavlopp i utjämnings-
magasin

B.2

Dagvatten med halt suspenderat material ≤ 50 mg/liter.
(motsvarar förhållanden vid lågtrafikerade ytor).

MAGASIN FÖRSES ALLTID MED EN UNDRE SEDIMENTATIONSDEL,
TILL VILKEN DET TILLFÖRDA DAGVATTNET JÄMNT FÖRDELAS,
OCH ALLTID MED BRÄDDAVLOPP FÖR ETT DIMENSIONERANDE FLÖDE
AV 5 l/s ha FRÅN DEN AVVATTNADE YTAN. I ÖVRIGT SOM
UNDER B.1. DOCK ANVÄNDES ALDRIG DRÄNERINGSMAGASIN.
(EX. FIG B.2)

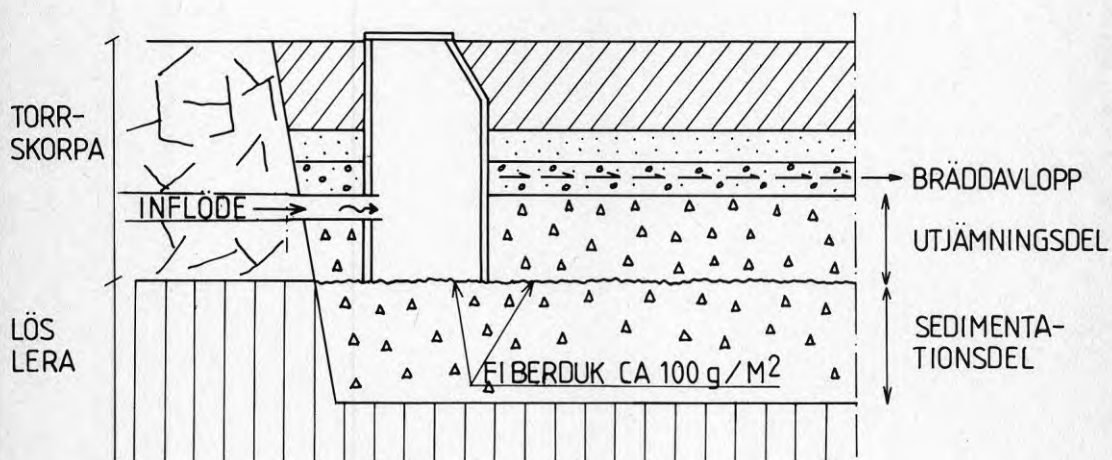


Fig. B2 Magasin jämte sedimentationsvolym

B.3

Dagvatten med halt suspenderat material > 50 mg/liter

YTVATTENMAGASIN, VOLYMMAGASIN ELLER HÅLRUMSMAGASIN MED FÖRDELNINGSLEDNING OCH REGLERAT BRÄDDAVLOPP ANVÄNDES. VID LÄGEN ENL B.1.1.1 OCH B.1.1.2 KAN VOLYMMAGASIN FÖRSES MED BRÄDDAVLOPP TILL PORÖS ÅTERFYLNING KRING VOLYMMAGASINET. (EX. FIG. B.3).

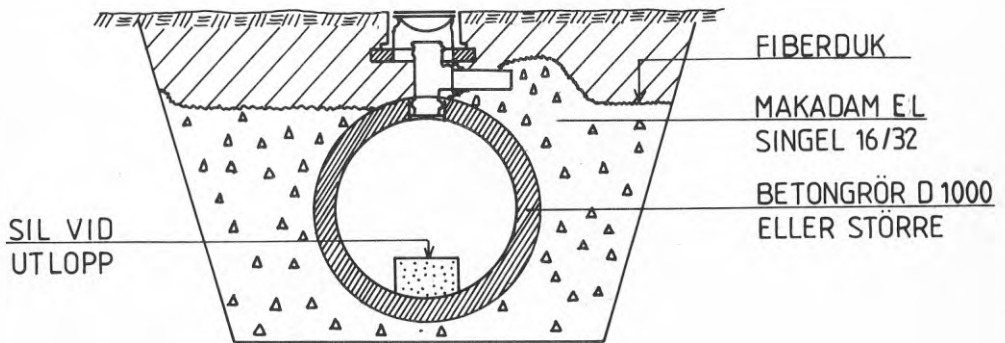


Fig. B.3 Volymmagasin

9.3 PRINCIPUTFÖRANDE OCH DIMENSIONERING

9.3.1 Infiltration

För att infiltration skall fungera tillfredsställande krävs följande förutsättningar:

1. Infiltrationsytan skall vara "levande" dvs täckande bevuxen av gräs eller/och örter. Även träd och buskar får förekomma.
2. Infiltrationsytan skall underlagras av jord med tillfredsställande egenskaper för att medge perkolation och grundvattentransport av det infiltrerade vattnet. Häri innefattas en tillfredsställande lutning av trycklinjen för denna grundvattentransport.
3. Infiltrationsytan skall ha tillräcklig storlek i förhållande till den avvattade täta ytan som den skall betjäna. (Se under 9.2-A).
4. Infiltrationsytan får ej utsättas för regelbunden och tät trafik som kan medföra jordpackning och nötning av faunan.
5. En gräsmatta fungerar vid regn som ett ytutjämningsmagasin. Klippning av gräsytor bör ej ske för ofta. Alltför kortklippta gräsytor ger sämre infiltrationsförmåga.
6. Såvida inte särskilda dräneringsåtgärder vidtagits kan infiltration endast tillämpas inom inströmningsområden.

9.3.2 Perkolation

Perkolationsmagasin används företrädesvis som komplement till infiltration där infiltrationsmöjligheterna är otillräckliga.

Utförandeformerna kan varieras alltefter förhållanden och förutsättningar. Exempel på utförande framgår av 9.2 fig B.1.1a och b.

Generellt gäller att perkolationsmagasin bör ha horisontell botten och horisontell överyta och ska bestå av en fyllning med hög porositet och stora porer. Väl sorterad singel eller makadam är särskilt lämpligt vid behov av snabb vattenspridning i magasinet och när suspenderat material medföljer vattnet in i magasinet. Vid utförande med enbart tillförsel till magasinet genom infiltration

i markytan kan materialet som beskrivits i fig B.1.1a bytas ut mot naturgrus. Grovkornigt material ställer större krav på tätning mot återfyllning och ev även mot schaktväggar. Tätning på ovansidan bör företrädesvis utföras med s.k. omvänt filter, i vart fall om vatten tillföres magasinet genom infiltration i marken ovanför. Om vatten tillföres direkt i magasinet må i stället användas t.ex. syntetfibermatta.

Vid dimensionering av perkolationsmagasin utgår man från den naturliga jordens genomsläpplighet (det s.k. k-värdet) utanför magasinets vertikala väggar. Om k-värdet är mindre än $2 \cdot 10^{-6}$ m/s dimensioneras magasinet ändå för detta k-värde. Anledningen härtill är den att inga jordarter i lägen där perkolationsmagasin är lämpliga i praktiken visat sig ge sämre tömningseffekt av magasinet än jord med detta k-värde, beroende på att jordens struktur genom klimatet och det biologiska livet ger den ett minst så stort praktiskt k-värde. K-värdet bestämmer avtappningsintensiteten från magasinet.

Påfyllningsintensiteten till magasinet bestäms av nederbörden. Som grund för dimensionering har enligt Paus et al (1974) använts största varje år återkommande dygnsregn och förutsatts att magasinet för detta regn tömmes på fyra dygn. Detta ger emellertid otillfredsställande underlag för dimensionering vid förekomst av genomsläppliga jordar, där avtappningsintensiteten ger maximivoly m för magasinet vid betydligt kortvarigare regn än ett dygn.

Det saknas i Sverige tillräckligt statistiskt underlag för sambandet mellan regnintensitet och varaktighet vid längre varaktighet än en timme. Olika formler har uppställts för detta samband, vilka empiriskt framtagits ur statistik för varaktigheter under en timme. För Göteborg har exempelvis på detta sätt för 2-årsregn framtagits sambandet

$$i = \frac{4000}{t+16} \text{ l/s ha}$$

där t är varaktigheten i minuter. Det kan ha sitt intresse att extrapolera detta samband för längre varaktigheter än en timme och jämföra den så erhållna kurvan med statistiska högsta värden under åren 1974-75, framtagna i Norge. Så har skett i FIG 9.3.2a. Av jämförelsen framgår att de flesta värdena ligger under kurvan. Fyra värden ligger obetydligt över. Eftersom nederbörden allmänt sett är betydligt större i Norge än i Sverige och eftersom Göteborg är en av de regnrrikaste orterna i vårt land torde den i FIG. 9.3.2a redovisade kurvan tills vidare och tills annat visats riktigare kunna användas som dimensioneringsförutsättning för påfyllningsintensitet till magasin för dagvatten.

Vid ju högre avtappningsintensiteter som råder för ett magasin vid desto kortare varaktigheter erhålles magasinmaximum. Man erhåller ur kurvan FIG 9.3.2a sambandet mellan erforderlig magasinvolym i mm nederbörd på aktuell

yta och avtappningsintensitet i mm/h för samma yta enligt FIG. 9.3.2b. Med hänsyn till osäkerheten i permeabilitetsbestämningar vid låga permeabilitetsvärden (= låga avtappningsintensiteter) för perkolationsmagasin har kurvan justerats uppåt för lägre värden än 1,7 mm/h.

Dimensioneringen kan gå till på följande sätt:

- a) En möjlig magasinshöjd väljes med hänsyn till förhållandena: grundvattennivå, jordlagerföljd, ev. dräneringsledning. Beräkna en överbyggnad av minst 0,5 m över magasinet, men låt det ej nå djupare normalt än 2 m.
- b) Avtappningsintensiteten beräknas enligt följande:



Betrakta en längdmeter av magasinet.

Beräkna utströmning endast vid de vertikala sidoväggarna.

$$\text{Enligt Darcy gäller } \frac{q}{A} = k \cdot I$$

där q är flödet (m³/s)

A är den yta genom vilken flödet sker

k är den naturliga jordens genomsläpplighet i m/s

I är tillgänglig lutning.

I den omättade zonen (luft i porsystemet) kan I sättas till 1. För magasinet enligt figuren erhålles medelavtappning vid halvfyllt magasin, dvs

$$\frac{q}{2 \cdot \frac{h}{2} \cdot 1} = k \quad \text{och} \quad q = h \cdot k \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$$

Detta värde omräknas till N_a mm/h, men måste kombineras med en viss takyta eller hårdgjord yta (Y_o m²). Härvid erhålles följande jämvikt:

$$\frac{Y_o \cdot N_a}{1000 \cdot 3600} = h \cdot k$$

$$\text{och} \quad Y_o \cdot N_a = 3,6 \cdot h \cdot k \cdot 10^6 \quad (1)$$

Antag ett värde på Y_o , beräkna N_a och tag fram "magasinsvolymen" (M_n mm) ur kurvan FIG 9.3.2b. Härefter erhålles bruttomagsinsvolym

$$V_{br} = \frac{Y_o \cdot M_n}{1000 \cdot p} \quad \text{m}^3/\text{m} \quad (2)$$

där p är fyllningens porositet.

Kontrollera om detta värde ger en rimlig proportion mellan magasinets bredd och höjd ($\frac{B}{h} < 3$ helst). Gör i annat fall om beräkningen med nytt Y_o -värde.

Slutligen erhålles magasinets längd

$$L = \frac{\text{Total avvattnad yta}}{Y_o} = \frac{Y_{tot}}{Y_o} \quad (3)$$

Vid stora avvattnade ytor kan man också utgå från tillgänglig magasinlängd L och bestämma Y_o ur (3), varefter man fortsätter med (1) och (2).

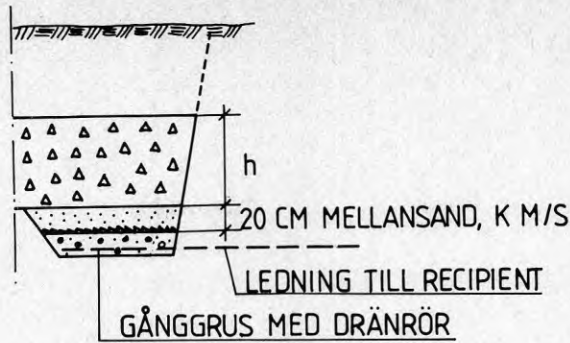
Ett specialfall av perkolationsmagasin är om det utföres i torrskorpelera. Det kan då kallas torrskorpemagasin. Det bör aldrig placeras med magasinets botten djupare än torrskorpans underkant.

- a) En möjlig magasinshöjd väljes med hänsyn till torrskorpans tjocklek och erforderlig överbyggnad (minst 0,5 m).
- b) M_n sättes = 30 mm
- c) Bestäm längd med hänsyn till magasinets ändamål att fördela vatten till torrskorpan (= tillgodose växtligheten) och därefter Y_o enligt (3)
- d) Bestäm V_{br} enligt (2)
- e) Kontrollera bredd/höjdvoten.

9.3.3 Dräneringsmagasin

- a) Avtappningsflödet q m³/s bestäms med hänsyn till ledningarnas kapacitet.

Detta flöde tillskapas på följande sätt:



$$\frac{q}{1 \cdot b} = k \cdot \frac{h}{2 \cdot 0,2}$$

Härur erhålles $1. b = \frac{q \cdot 0,4}{k \cdot h}$ (4)

Dimensionera sedan dräneringsröret för q

b) Beräkna N_a ur

$$q = \frac{Y_{tot} \cdot N_a}{1000 \cdot 3600}$$

$$\text{varav } N_a = \frac{3,6 \cdot q \cdot 10^6}{Y_{tot}} \text{ mm} \quad (5)$$

Ur kurvan FIG 9.3.2b erhålles M_n och därefter

$$V_{tot} = \frac{M_n \cdot Y_{tot}}{1000 \cdot P} \text{ m}^3 \quad (6)$$

9.3.4 Volymmagasin

- Avtappningsflödet q m³/s bestäms med hänsyn till ledningarnas kapacitet och recipientens krav
- Beräkna N_a ur (5) och M_n ur kurvan FIG 9.3.2b
- Därefter erhålles magasinvolymen

$$V_v = \frac{M_n \cdot Y_{tot}}{1000} \text{ m}^3 \quad (7)$$

Observera att volymmagasin saknar buffertkapacitet för extrema regn. Sådan bör ordnas exempelvis i form av porös fyllning kring magasinet, till vilken fyllning vatten kan bräddas när magasinet är fyllt. Sådan bräddning sker ytterst sällan och när den sker har huvuddelen av den ursprungliga halten suspenderat material sedimenterats, varför igensättning i bufferten ej är något problem.

Olika former av magasin placeras alltid inom områden med andra slag av markanläggningar såsom vägar, planer och ledningsgravar. Erfarenhet visar att magasinsvatten som bräddas letar sig fram till dessa slag av anläggningar där porositeten i materialet i vägöverbyggnader, vägbankar och återfyllningar fungerar som tillkommande magasinvolym (Paus 1977).

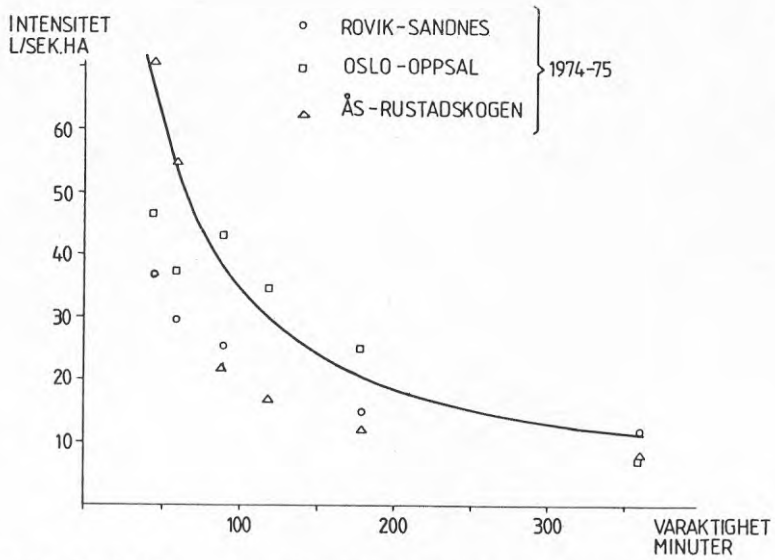


Fig. 9.3.2a Varaktighetskurva för Göteborg, jämförd med historiska regn i Norge

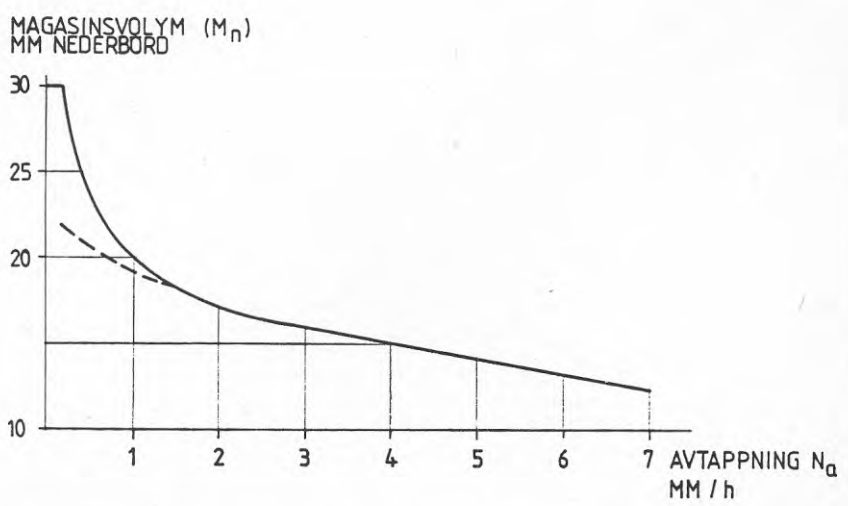


Fig. 9.3.2b Magasinsvolym mot avtappning

I de följande har i bokstavsordning intagit definitioner för tekniska termer i rapporten som bedömts behöva särskilt begreppsförklaras. Några av dessa termer finns upptagna i Vattenordlista 2 (TNC 45) och VA-teknisk ordlista (TNC 65). Då definitionerna av några av dessa termer i TNC av rapportens författare ansetts ofullständiga eller olämpliga avviker den här införda begreppsförklaringen delvis från TNC:s.

Dagvatten	Regnvatten eller smältvatten som nått markytan eller underjordsledning och avrinner på markytan eller i ledningar tills det infiltrerar eller når recipient.
Dräneringsmagasin	Hålrumsmagasin av typ utjämningsmagasin. Föreses med dimensionerat avlopp i form av dräneringsledning.
Friktionsjord	Jordlager med övervägande del av ingående partiklar större än 0.06 m
Genomsilningsmark	Relativt permeabel jord på starkt lutande tät botten (t ex berg), vilken jord ger snabb omsättning av grundvattenflödet.
Geohydrologi	Läran om vattnets rörelse i jord- och berglager. (Tonvikt på vattnet).
Grundvattennivå	Den nivå som uppstår då grundvattnet friläggs, dvs den vattennivå som kan avläsas i ett rör neddrivet i det grundvattenförande lagret.
Grundvattenyta	Det fria grundvattnets övre gränsyta, dvs den ojämma överytan av den mättade zonen inklusive av kapillärkraft uppsuget grundvatten i friktionsjord.
Hydraulisk funktion	Verknings sätt med avseende på vätskors strömningsförhållanden.
Hydrogeologi	Läran om jord- och berglagers egenskaper vad avser påverkan på grundvattnet. (Tonvikt på jord- och berglager).

Hålrumsmagasin	Utfyllnader i mark vilka utgörs av högporöst material med stora hålrum, såsom sprängsten, makadam, singel, grovt grus eller liknande.
Infiltrerbar	Som kan ta emot och infiltrera vatten utan kvarstående vatten efter regnet eller snösmältningen.
Inströmningsområde	Terrängavsnitt, där vatten alltid kan infiltrera och perkolera (låg grundvattennivå).
Ingenjörsgelogisk karta	Karta omfattande geologiska, geotekniska och geohydrologiska parametrar.
Kohesionsjord	Jordlager med övervägande del av ingående partiklar mindre än 0,06 mm.
Lokalt omhändertagande av dagvatten	Systemlösningar för utjämning av dagvattenflöden där regnet faller.
Markvatten	I omättade zonen befintligt vatten (även det vatten som finns i ett perkolationsmagasin är att betrakta som markvatten).
Mättad zon	Jordvolymen under grundvattenytan.
Perkolation	Vattnets rörelse (huvudsakligen vertikal) genom vattenomättat poröst material eller sjunkning genom omättade zonen.
Perkulationsmagasin	Hålrumsmagasin i mark, vars huvuduppgift är att utjämna nederbördsflöden och tillgodose en bibehållen naturlig grundvattenbildning.
Permeabel jord	Jord som släpper igenom (vätska eller gas).
Permeabilitets-koefficient	Numerisk koefficient enligt Darcys lag, som är beroende av jordens kornammansättning.

Porvattentryck	Aktuellt vattentryck vid viss nivå i kohesionsjord.
Sprickvatten	Grundvatten i torrskorpelera (termen här införts för att göra klar åtskillnad mot det egentliga grundvattnet i friktionsjordlager under lerlager).
Suspenderat material (Susp)	Mineraliska eller organiska partiklar, som hålls uppslammade i vattnet under dess transport.
Torrskorpelera	Den översta delen av lerlager som genom klimatisk påverkan, främst uttorkning genom växtlighetens vattenupptagning, har fått en helt annorlunda struktur än den underliggande vattenmättade leran.
Utjämningsmagasin	Vattenmagasin, som växelvis fylls och töms och som avser att utjämna flödestoppar.
Utströmningsområde	Terrängavsnitt, där grundvatten naturligt tränger upp till eller nära markytan åtminstone viss period under året (hög grundvattennivå).
Vattenomättad zon eller enbart omättad zon	Jordvolymen mellan markytan och grundytan.
Volymmagasin	Volymeffektiva magasin av typ utjämningsmagasin. Föreses med klen dimensionerat avlopp. Utförs normalt av betong.
Ytvattenmagasin	Yta med tillfällig uppdämning av dagvatten (till exempel gräsyta).

Andersson, L & Nyberg, Fred, 1975, Konstgjord regnvatteninfiltration, en litteraturgenomgång. (Kungl. Tekniska Högskolan). Publ. 75:1.

Andersson, R, Carlstedt, B & Paus, K, 1978, Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation. Tjälens inverkan på magasin i mark av porös fyllning (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R73: 1978.

Andersson, R, Carlstedt, B & Paus, K, 1978, Regnvattenavledning genom infiltration, magasinering och perkolation. Tillämpning inom Tegelhagen. Delrapport. (Opublicerad).

Arnell, V, 1974, Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926 - 1971. (Chalmers Tekniska Högskola). Meddelande nr 5, Gbg 1974.

Carlstedt, B, 1976, Dagvattenavledning. Komplettering av kombinerade ledningar med magasin vid källan. (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R40: 1976.

Holmstrand, O, 1978, Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport 2. (Chalmers Tekniska Högskola). Meddelande nr 28/1978.

Kehoe R A 1961. The metabolism of lead in man in health and disease. II the Harbenden Lectures, 1960. J Royal Inst Public Health Hyg 24, 101-143.

Kloke A, Riebartsch K 1964. Contamination of crop plants with lead from motor vehicle exhaust gases. Naturwissenschaften 51, 367-368.

Knowles F 1945. The poisoning of plants by zinc. Agr Progr England 20, 16-19.

Kungl Medicinalstyrelsen 1968 - meddelande nr 122.

Lisper P 1974. Om dagvattnets sammansättning och dess variationer. Doktorsavhandling vid CTH. Institutet för VA-teknik.

Malmquist P-A, Svensson G 1974. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969-1972. Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH - meddelande nr 11.

Malmquist P-A, Svensson G 1975. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Geohydrologiska forskningsgruppen CTH - meddelande nr 14.

Malmquist P-A 1976. Dagvattnets föroreningar - kompendium vid Nordiska Hälsovårdshögskolan 1976.

Murozumi M, Chow T J and Pattersson C C 1965. Concentration of common lead in Greenland snows Rhode Island University Narrageasett Marine Lab Occas Publ 3, 213-215.

Paus, K, Andersson, R & Carlstedt, B, 1974, Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation. (Statens råd för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R23 : 1974.

Paus, O W, 1978, Geohydrologiskt detaljstudium av två perkolationsmagasin, Tegelhagen, Sollentuna (Stockholms Universitet, Kvartärgeologiska institutionen) Stockhom.

Sartz, R och Tolsted, D, 1974. Effect of Grazing on Runoff from two Small Watersheds in Southwestern Wisconsin. Water Resources Research 2: 1974.

Sullivan, A,E, & Sullivan, R,W, 1975, Longer Life For Subsurface Disposal Systems. Water & Sewage Works, Feb. 1975.

TNC 45, Vattenordlista 2.

TNC 65, VA-teknisk ordlista.

Tyler G, Johansson P-O m fl 1970. Marken som mottagare av biocider, tungmetaller och radioaktiva ämnen. Tidskriften Grundförbättring 5/1970.

SAMMANFATTNING

Denna rapport utgör andra etappen av uppgiften "Dagvattenavledning på nytt sätt". Den första etappen (R23:1974) behandlade vatten från tak medan denna rapport handlar om förorenat dagvatten från hårdgjorda markytor. Det nya sättet har kommit att kallas "lokalt omhändertagande av dagvatten" (LOD) och har av olika myndigheter accepterats som ett miljömässigt och ekonomiskt bättre sätt att ta hand om dagvattnet än direkt bortledning i rörledningar.

I de uppgifter, som andra etappen omfattar, har bl a ingått att undersöka kvalitativa effekter i mark och grundvatten av sedan länge pågående infiltration av gatuvatten i dikesslänter. I Södertälje har perkolationmagasin anlagts för tillförsel av dagvatten från starkt trafikerade körytor. I Botkyrka har dagvatten från parkeringsyta letts in i ett liknande magasin. I båda dessa fall har de hydrauliska effekterna följts upp och vattenprovtagningar utförts under 2 å 3 år. Liknande uppföljning har skett genom nedsättning av observations- och provtagningsrör i dikesslänter inom nybyggnadsområden där dagvatten infiltreras från körytor etc - dels i Huddinge vid starkt trafikerad matargata och dels i Botkyrka vid mindre trafikerad matargata. I de båda senare fallen har även utförts skibordsanordningar vid dikenas lågpunkter för mätning av överskottsvattenflöden. Slutligen har även utförts ett volymmagasin av betongrör för flödesutjämning av dagvatten från mindre trafikerad matargata i Botkyrka.

Ur resultaten av observationerna vid Södertäljemagasinet (FIG 1) har medelhalten suspenderat material i det tillförda dagvattnet beräknats till 300 å 400 mg/l, vilket motsvarar belastningen från starkt trafikerade ytor på andra håll i landet enligt Lisper (1974) och Malmquist m fl (1975). Ur resultat av provtagningar i magasinet efter undersökningsperiodens slut har framräknats att magasinet som volymförvar av suspenderat material skulle ha tillfredsställande kapacitet under ett 60-tal år trots att magasinet är underdimensionerat.

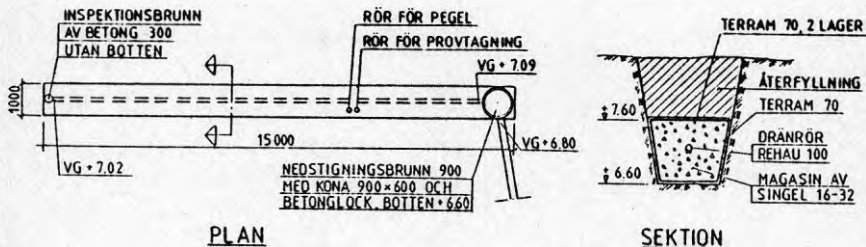


Fig. 1

I följande tabell redovisas resultat av analyser av vattenprover från Södertäljemagasinet. Rör 7525 avser grundvattenprover invid och nedströms magasinet. Tungmetallernas värden avser i vattnet lösta halter.

Tidpunkt	Härkomst	Susp	Total P	Pb	Ni	Cu	Zn	Cl	SO ₄
76 02 17	rör 7525		<0,2	0,007	0,029	0,008	0,16	250	51
76 07 16	" 7525		<0,2	0,008	0,017	0,011	0,24	80	52
77 03 14	" 7525		0,4	0,04	0,02	0,02	0,10		
77 06 22	" 7525		0,73	0,06	0,01	0,02	0,24		
77 10 26	" 7525		0,09	0,04	0,01	0,02	0,11		
78 04 06	" 7525		0,41	0,01	0,02	0,01	0,13	197	
78 09 14	" 7525		0.017	0,05	0,01	0,03	0,08	64	28
78 08 04	i magasin		<0,2	0,003	0,006	0,009	0,036	440	6
77 10 26	"-	39	0,51	0,05	0,01	0,02	0,13		
77 10 24	till magasin	110	1,03	0,06	0,02	0,03	0,26		
78 04 07	"-		1,16	0,12	0,02	0,10	0,44	46	
78 04 07	i magasin		0,062	0,01	0,01	0,02	0,05	10	
78 07 21	till magasin		0,191	0,11	0,02	0,06	0,23	19	
78 08 01	"-	730							

Mot bakgrund av den effektiva upptagningen av suspenderat material i magasin och de erfarenheter om tungmetallernas (speciellt blyets) fixering vid det suspenderade materialet (Tyler m fl 1970), (Kloke m fl 1974) fungerar sålunda magasin av denna typ med makadam- eller singelfyllning som reningsverk för det tillförda dagvattnet och som deponeringsställen för dess föroreningar.

Perkolationsmagasinet i Botkyrka med tillförsel av dagvatten från parkeringsyta har under hela observationsperioden varit fyllt med vatten på grund av att magasinet i sin helhet ligger i lera under torrskorpan. Utjämning av flöden har skett genom att återfyllningen ovanför magasinet fungerat som utjämningsmagasin. Utströmning av vatten ur "perkolationsmagasinet" har därför skett uteslutande genom dess tak och därvarande fiberduk. Magasinsbädden av singel har genom detta utförande fungerat bättre än i Södertäljefallet såsom mottagare och fördelare av suspenderat material. Man kan utnyttja denna erfarenhet genom att utföra magasin exempelvis enligt Fig 2, i vilket fall den undre delen av den porösa fyllningen fungerar som reningsverk och den övre delen som utjämningsmagasin.

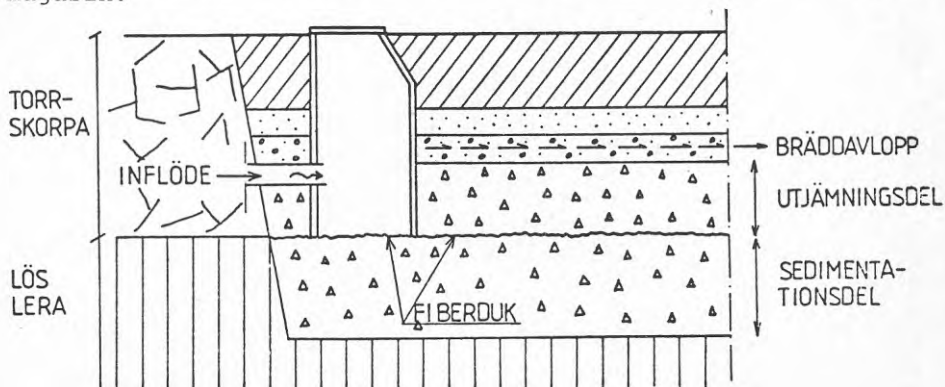


Fig. 2

Om emellertid ett magasin i sin helhet utföres i jordlager som har viss genomsläpplighet och sålunda magasinet till en början helt kommer att tömmas mellan regnen, kommer om några år magasinets botten och nedre delen av dess väggar att tätas av det medföljande suspenderade materialet. Genom tätningen kommer magasinets undre del mer och mer att stå ständigt fyllt med vatten och det suspenderade materialet sprids effektivt inom den sedimenteringssamlade volymen.

Infiltrationsundersökningarna har visat att infiltrationseffekten i dikesslänter är god. Inom inströmningsområdet i Huddinge erhöles endast en gång överskottsvattenflöde vid dikets lågpunkt och då av mycket ringa storlek (2,5 l/s ha hårdgjord yta) vid ett kortvarigt regn om ca 20 mm. Inom utströmningsområdet i Botkyrka erhöles överskottsvattenflöden vid dikets lågpunkt vid höga grundvattenstånd på grund av utströmning av grundvatten i diket. Maximalt uppmätt flöde beräknat på hela avrinningsområdet till diket uppgick till högst 0,5 l/s ha.

Av kvalitetsundersökningar på grundvatten under ytor som varit utsatta för flerårig infiltration av dagvatten har någon ökad koncentration av obundna tungmetaller i grundvattnet ej kunnat konstateras.

Två jämförande byggnadskostnadskalkyler mellan alternativa utföranden på konventionellt sätt och enligt LOD har visat att dagvattenkostnaden vid tillämpning av LOD i dessa exempel reduceras till 63 resp 72 % av kostnaden vid konventionellt utförande. Härtill skall läggas de miljömässiga vinster-
na vid tillämpning av LOD.

Rapporten innehåller råd för val av magasinstyper och förslag till praktisk dimensionering att tillämpas tills bättre statistiskt underlag för nederbörden i olika delar av landet föreligger vad gäller speciellt intensiteten vid längre varaktighet än en timme.

Slutligen lämnas synpunkter på drift och underhåll vid tillämpning av LOD.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
730559-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till BPA Byggproduktion AB och Orrje & Co —
Scandiaconsult, Stockholm.**

R140: 1979

ISBN 91-540-3131-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700040

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 35 kr exkl moms