



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.



Driftsaspekter på dagvatten- infiltration

Per Lindvall
William Hogland

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	81-0245
Plac	See

R/
Bl
K
01/4

R14:1981

DRIFTSASPEKTER PÅ DAGVATTENINFILTRATION

Per Lindvall
William Hogland

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
780257-8 från Statens råd för byggnadsforskning
till Inst. för vattenbyggnad, CTH, Göteborg.

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

R14:1981

ISBN 91-540-3435-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 150318

SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte	9
2. GENOMFÖRANDE AV FÄLTSTUDIER	10
2.1 Val av anläggningar.....	10
2.2 Program	13
2.3 Tidplan	13
2.4 Besiktning och intervjuer	14
3. BESTÄMMELSER OCH ANVISNINGAR	15
3.1 Riktlinjer för LOD i Sverige	15
3.2 Riktlinjer för LOD i Danmark	15
3.3 Riktlinjer för LOD i Norge	18
3.4 Sammanställning av väsentliga parametrar som påverkar dimensionering av LOD- anläggningar i Sverige och Danmark	20
3.5 Dimensioneringsformler för perkolations- magasin. Sverige.....	26
3.6 Dimensioneringsformler för vägavvattning i Tårnby kommun	27
3.7 Dimensioneringsformler för infiltrations- anläggningar i Lyngby-Taarbaek kommun	28
4. SAMMANSTÄLLNING ÖVER PLATSBESÖK	30
4.1 Skellefteå kommun	30
4.1.1 Allmänt	30
4.1.2 Geologi	30
4.1.3 Teknisk utformning.....	30
4.1.4 Synpunkter från företrädare för kommunen..	30
4.1.5 Synpunkter från entreprenör	34
4.1.6 Nederbördsförhållanden vid besöket	35
4.1.7 Platsbesök vid Anderstorp	35

4.2	Vaxholms kommun	36
4.2.1	Allmänt	36
4.2.2	Geologi	36
4.2.3	Teknisk utformning	38
4.2.4	Synpunkter från företrädare för kommunen ...	40
4.2.5	Synpunkter från entreprenör	40
4.2.6	Nederbördsförhållanden vid besöket	40
4.2.7	Platsbesök vid Södra Margretelund	40
4.3	Kristianstads kommun	42
4.3.1	Allmänt	42
4.3.2	Geologi	42
4.3.3	Teknisk utformning	44
4.3.4	Synpunkter från företrädare för kommunen...	45
4.3.5	Nederbördsförhållanden vid besöket	48
4.3.6	Platsbesök vid Öllsjö gård	48
4.3.7	Platsbesök vid Horna Fure-området	50
4.3.8	Platsbesök vid vattentornsområdet	53
4.4	Skurups kommun	57
4.4.1	Allmänt	57
4.4.2	Geologi	57
4.4.3	Teknisk utformning	57
4.4.4	Synpunkter från företrädare för kommunen...	59
4.4.5	Synpunkter från entreprenör	59
4.4.6	Nederbördsförhållanden vid besöket	60
4.4.7	Platsbesök vid Hyltaskogsområdet	61
4.5	Malmö kommun	62
4.5.1	Allmänt	62
4.5.2	Geologi	62
4.5.3	Teknisk utformning	62
4.5.4	Synpunkter från företrädare för kommunen ...	62
4.5.5	Nederbördsförhållanden vid besöket	64
4.5.6	Platsbesök vid Landstatshuset	65
4.6	Lyngby-Taarbaek kommune	66
4.6.1	Allmänt	66
4.6.2	Geologi	66
4.6.3	Teknisk utformning	66
4.6.4	Synpunkter från företrädare för kommunen....	69
4.6.5	Synpunkter från konsult.....	70
4.6.6	Nederbördsförhållanden vid besöket.....	70

4.6.7	Platsbesök vid Grønne vej	70
4.6.8	Platsbesök vid Danmarks Tekniska Högskola ..	72
4.7	Tårnby kommune	74
4.7.1	Allmänt	74
4.7.2	Geologi	76
4.7.3	Teknisk utformning	76
4.7.4	Synpunkter från företrädare för kommunen ...	77
4.7.5	Nederbördsförhållanden vid besöket	78
4.7.6	Platsbesök inom kvarteret Olufsgaard	78
4.8	Esbjergs kommune	80
4.8.1	Allmänt	80
4.8.2	Geologi	80
4.8.3	Teknisk utformning	80
4.8.4	Synpunkter från företrädare för kommunen ...	80
4.8.5	Nederbördsförhållanden vid besöket	84
4.8.6	Platsbesök vid Kirkebakken	84
4.9	Hokksunds kommun	87
4.9.1	Allmänt	87
4.9.2	Teknisk utformning	87
5.	RESULTAT	90
6.	REFERENSER	92

FÖRORD

Inom ämnesområdet "Dagvatteninfiltration" har under 1970-talet i Sverige bedrivits forsknings- och utvecklingsarbete vid högskolor och konsultföretag. Parallellt med detta arbete har det i ökande omfattning projekterats och byggts anläggningar. Det ökade intresset för anläggningstekniken har lett till att Statens Naturvårdsverk och Byggforskningsrådet tillsammans gått ut med information till landets länsstyrelser. För att ytterligare öka kunskapen beträffande drift, underhåll och långtidseffekter har Samordningsgruppen för urban hydrologi initierat föreliggande arbete.

Undersökningen avser driftförhållanden vid infiltrationsanläggningar och omfattar de nordiska länderna Sverige, Norge (i viss omfattning) och Danmark. Inriktningen har skett mot anläggningar med lång drifttid och med vissa problem eller speciella driftsförhållanden.

Projektet har drivits i samarbete mellan Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH och institutionen för teknisk Vattenresurslära, LTH.

Ett flertal personer inom kommuner och företag har bidragit till att arbetet har varit möjligt att genomföra, genom att tillhandahålla material samt anslå tid för diskussioner.

Värdefulla synpunkter på rapportens sakliga innehåll har erhållits från verksamma inom ämnesområdet vilka erhållit remissupplagan av denna rapport.

Per Lindvall, CTH

William Hogland, LTH

SAMMANFATTNING

Infiltration som alternativ till konventionella metoder vid dagvattenhantering har i ökande omfattning kommit till utförande vid nyanläggning i Sverige. Funktionsuppföljningar på infiltrationsanläggningar visar på goda resultat, men kunskaper om långtidseffekter saknas. Inom ramen för detta projekt har en studie av äldre anläggningar i Sverige och Danmark genomförts i syfte att identifiera problem som kan uppstå i samband med dagvatteninfiltration. Vid de flesta anläggningar som ingått i undersökningen har det förekommit driftstörningar. Att utifrån dessa förutsättningar dra generella slutsatser är felaktigt. Däremot visar resultaten vilka problemområden som i framtiden bör beaktas.

Infiltrationsyta, dike, perkolationsmagasin är de anläggningsformer som studerats. Anläggningar av alla tre formerna har fungerat, ofta utan speciell tillsyn, upp till trettio år. Risken för driftstörningar är minst för infiltrationsytan och störst för magasinet. Infiltrationsanläggningarna kan redan i byggnadsskedet utsättas för skador som på sikt orsakar driftproblem. En fungerande byggnadskontroll utgör tillsammans med en riktig skötsel en förutsättning för att nedbringa driftproblemen. En information, som idag oftast saknas, till berörda grupper är nödvändig för att skapa dessa förutsättningar.

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

I Sverige har avledningssystem för Lokalt Omhändertagande av Dagvatten - LOD - fått en allt mer ökad omfattning. Erfarenheter från anläggningar är begränsade till 1970-talet. I Danmark har däremot LOD tillämpats sedan lång tid tillbaka.

Tanken att infiltrera dagvatten i urbana områden har väckts då konventionella dagvattensystem visat sig orsaka stora negativa konsekvenser. Förutom höga investeringskostnader kan nämnas sättningar, föroreningsproblem i recipient, uttorkningsskador i vegetation och driftproblem i reningsanläggningar.

LOD-system har främst av miljömässiga skäl kommit att utföras i ökad omfattning. Såväl tekniskt som ekonomiskt har systemet visat stora fördelar. Gällande lagstiftning och föreskrifter är dock utformade för konventionell dagvattenhantering, vilket utgör ett problem vid projektering och byggande av LOD-anläggningar.

De långsiktiga konsekvenserna av LOD är ej kända varför driftsäkerhet på sikt samt föroreningsspridning utgör två av de väsentligaste faktorerna att kartlägga.

1.2 Syfte

Projektets syfte har varit att söka identifiera problem förknippade med infiltrationsanläggningar. Arbetet har inriktats på att undersöka anläggningar med driftproblem samt olika intressegruppers attityder till dagvatteninfiltration. Med denna inriktning av arbetet är det viktigt att poängtera att man utifrån erhållna resultat inte kan dra generella slutsatser om driftförhållanden vid dagvatteninfiltration. De urvalskriterier som har gällt gör därför att negativa egenskaper för infiltrationsanläggningar kommer att dominera resultaten.

fördjupade studier efter följande kriterier:

- Väl tekniskt dokumenterade anläggningar
- Väl geologiskt dokumenterade anläggningar
- Anläggningar med relativt lång driftstid
- Tidsmässigt och ekonomiskt försvarbara anläggningar för fältstudier
- Representativt urval av anläggningar

Valet av anläggningar skulle dessutom ge ett representativt urval av områden med inbördes varierande jordartssammansättning. Således valdes följande kommuner för fältstudier av anläggningar:

Sverige: Skellefteå kommun
 Vaxholms kommun
 Kristianstads kommun
 Skurups kommun
 Malmö kommun

Danmark: Lyngby-Taarbaek kommune
 Tårnby kommune
 Esbjerg kommune

I figur 1 visas de utvalda kommunernas geografiska läge och i figur 2 finns en sammanställning över data som beskriver de undersökta anläggningarna.



Figur 1. Utvalda platser för driftstudier av infiltrationsanläggningar i Norden.

2. GENOMFÖRANDE AV FÄLTSTUDIER

2.1 Val av anläggningar

I avsikt att erhålla kunskaper om långtidseffekter på anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten togs en rad kontakter med personer som ansågs ha kännedom om denna typ av anläggningar.

Inledningsvis översändes brev med uppgifter om projektets syfte och uppläggning till personer med erfarenheter av LOD-system vid konsultföretag, byggföretag samt vissa statliga institutioner i Sverige, Norge och Danmark. Avsikten var härmed att erhålla förslag på intressanta anläggningar med lång driftstid samt synpunkter på projektets genomförande.

Vidare togs telefonkontakt med ett stort antal kommuner i södra Sverige för att få ytterligare kännedom om för arbetet intressanta anläggningar.

Ett flertal kontakter var redan knutna genom projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten" (Eriksson-Lindvall, 1978).

Redan på ett tidigt stadium konstaterades att de flesta anläggningarna i Sverige endast varit i drift ett fåtal år. Även i Norge var förhållandena likartade. Däremot befanns att det i danska kommuner fanns LOD-anläggningar av äldre datum. Från examensarbetet "Infiltration af tagvand" (Gellin-Glarbo, 1974) utfört vid DTH erhöles viktig information om detta.

Med ledning av de uppgifter som inkommit som svar på ovan nämnda brev och telefonsamtal reviderades projektets genomförande i vissa avseenden varvid fältstudierna kom att bedrivas endast i Sverige och Danmark. Någon inventering av norska anläggningar ansågs inte tidsmässigt eller ekonomiskt försvarbart då dessa endast var av sent datum. Efter genomgång av materialet utvaldes vissa kommuner för

Sammanställning av infiltrationsanläggningar studerade med avseende på funktion och driftsförhållande									
Ort	område	bygg- nadsår	områdes- storlek	områdestyp	avvattnade ytor	anläggningstyp	Geologi	Gryv m und. mark	Avgörande inför val av anläggningsmetod
Skellefteå	Anderstorp	under byggnad sedan -76	ca 10- 15 ha	2-vån. flerfamiljs- hus, ej källare	tak, mindre vägar	magasin	lera, svart- mokka	2-3	förhindra utränering av området. Ekonomiska faktorer
Vaxholm	S. Margrete- lund	1975	10 ha	radhus, kedjehus Ej källare	tak, vägar och gator	magasin dike infiltrations- yta	gyttja, torv/fast- mark, berg	0.5-1	motverka sättningar
Kristianstad	Öllisjö gård	1975	4 ha	enfamiljshus, ej källare	tak, gator	infiltrations- ytor, magasin	sand	3	kostnadsaspekter
	Horna Fure	1967-	37 ha	enfamiljshus	tak, gator	magasin	sand (stenig- grusig)	3	kostnadsaspekter
	Vattentorns- området	1970-	44 ha	enfamiljshus barnstuga (be- siktigad)	tak, gator	magasin	sand (stenig- grusig)	3	kostnadsaspekter
Skurup	Hyltaskog	1977	15 ha	enfamiljshus ej källare	tak	magasin	lerig morän, insl. av silt, sand	2	sättningskänslighet, ekonomi
Malmö	Land- stadshuset	1972	0.45	Kontorsbyggnad med källare	tak	magasin	morän, lera		tidigare grundvattensänk- ning i området utgjort ett hot mot trädallg
Lyngby (to. 18 av kommunens dagvatten avledds gm inf.)	Göinge vej	1960- talet	ca 20 ha	höghus, enfamiljs- hus	tak, gator, vägar	magasin	morän, sand, insl. av lera	1.5-8 m	
	Danmarks tekn. högsk	1959	106 ha	Flervånings skol- byggnader med källare	tak, gator	magasin, infiltrationsyta	" "	1.5-8 m	förhindra avledning till öresund
Tårnby	inom hela kommunen fö- rekommer dag- vatteninfil- tration	1940-70		alla former av stadsplanerat om- råde	tak, gator, vägar	magasin	sand, lera		minska pumpningskostnader för dagvatten
Esbjerg (hela stadsdelar har dagvatten- infiltration)	Hermods vej	1965-70		Centrum, en- och flerfamiljshus- områden	tak, gator	magasin	grus, ler- blandad sand	2-10	nivåförhållanden (ofta tidi- gare fritidsområden)
Hokksund	norsk kabelfabrik	1977	16 ha	industribyggnad	tak, asfaltytor	magasin	sand, mellan- sand		kostnadsaspekter

Figur 2. Sammanställning av infiltrationsanläggningar studerade med avseende på funktion och driftförhållanden.

2.2 Program

Berörda kommuner kontaktades varefter en tidpunkt för vårt besök fastställdes. Härvid bestämdes också vilka ritningar samt tekniska data över anläggningarna som kunde översändas före fältstudiernas inledande.

Inför besöken i kommunerna utarbetades följande arbetsordning:

Tidsåtgång	Sammanträde med kommunen
Cirka 4 timmar	1) Diskussion kring befintliga anläggningar 2) Diskussion kring kommunens inställning till LOD-system 3) Identifiering av problem och orsak till problem med LOD-system 4) Skötsel, underhåll och reparation av LOD-system
Cirka 1 timme	Lunch
Cirka 4 timmar	Fältstudier 1) Inventering och okulärbesiktning av anläggningar 2) Intervjuer med fastighetsskötare och boende

Vidare uppställdes frågeformulär vilka låg till grund för diskussion med kommunens representanter. Motsvarande frågeformulär framställdes inför intervjuer med de boende och fastighetsskötare. Dessutom upprättades en checklista för att underlätta okulärbesiktning. Frågeformuläret och checklistan kunde inte strikt användas utan en viss flexibilitet förutsattes vid både intervjuer och besiktning då varje anläggnings speciella utformning skulle beaktas.

2.3 Tidplan

Samtliga platsbesök förlades till november och början av december 1979. Rundresan inleddes med tre dagars besök i Danmark varvid kommunerna Lyngby-Taarbæk, Tårnby och

Esbjerg besöktes. Därefter följde inventering av svenska anläggningar enligt följande tidsplan:

1979	
November	December
	Malmö kommun (3.12)
	Skurups kommun (29.11)
	Kristianstads kommun (27.11)
	Skellefteå kommun (21.11)
	Vaxholms kommun (20.11)
Esbjerg kommune (14.11)	
Fårnby kommune (13.11)	
Lynghby-Taarbæk kommune (12.11)	

2.4 Besiktning och intervjuer

Kommunerna visade i allmänhet stort intresse inför besöken och var väl representerade vid diskussionerna av t ex stadsingenjör, VA-ingenjör, projektörer, driftspersonal m fl.

Okulärbesiktning och inventering utfördes under rundvandring, varvid den tidigare uppförda checklistan genomgicks. Personer som slumpartat påträffades under rundvandringen intervjuades om sin uppfattning angående LOD-anläggningar.

I vissa fall utfördes också intervjuer vid dörrknackning inom området. Fastighetsskötare, konsulter och byggpersnall kontaktades då det fanns tillfälle till detta.

Anläggningens speciella utformning fick till viss grad påverka intervjuer samt undersökningsförfarandet.

3. BESTÄMMELSER OCH ANVISNINGAR (Litteraturstudie)

3.1 Riktlinjer för LOD i Sverige

Det är först under det senaste decenniet som perkola-tions- och infiltrationsanläggningar har börjat användas för avledning av dagvatten. Anläggningar av någon större omfattning från äldre datum är därför sällan förekommande. Till en början var kunskaperna små och i många fall inleddes trevande försök för att erhålla erfarenhet. Några dimensioneringsregler har ej funnits tillgå vilket varit bidragande till att ej alla anläggningar blivit lyckade. Forskning som bedrivits vid högskolor och konsultföretag har givit ökade kunskaper, varvid anläggningstekniken successivt kunnat förbättras. BFR's rapport R23:1974 (Paus, Andersson, Carlstedt, 1974) har ofta utnyttjats som underlag för dimensionering och utformning av LOD-anläggningar. LOD-anläggningarna berörs av följande lagar och normer:

- Byggnadsstadgan
- Miljöskyddslagen
- Vattenlagen
- VA-lagen
- VA-byggnorm

3.2 Riktlinjer för LOD i Danmark

I Danmark finns anläggningar med lång drifttid. Många av dessa anlades redan på 50-talet och är fortfarande i funktion. Utnyttjande av magasin för takavvattning är mycket vanligt förekommande och i nästan varje kommun finns sådana anläggningar (Gellin-Glarbo, 1974).

Liksom i Sverige finns även i Danmark lagbestämmelser som berör denna anläggningsteknik.

Generella bestämmelser angående användandet av magasin för bortledning av regnvatten från tak finns i Lov nr 169 af 18 april 1969 om vandforsyning. § 40 stk:

"Overfladevand, draenvand, spildevand og andre væsker, der kan forurene grundvandet, må ikke uden indenrigsministeriets tilladelse afledes til undergrunden gennem sivebrønde, andr brønde, borer, sivedraen eller andre indretninger."

Vid 1969 års lagstiftning var det helt överlåtett till myndigheterna att bestämma om magasin skulle användas eller ej. 1974 gavs kommunerna tillåtelse att bestämma om anläggning av magasin för takavvattning.

Afledning af regnvand og draenvand

§ 6. Kommunalbestyrelsen kan tillade, at regnvand og draenvand afledes til faskiner udført i henhold til afløbsregulativets bestemmelser, med mindre et i medfør af miljøbeskyttelseslovens § 12 eller et i henhold til § 41, stk 1 i lov nr 169 af 18 april 1969 om vandforsyning fastlagt beskyttelsesområde er til hinder herfor.

Ur "Nyt fra miljøstyrelsen" (Miljøstyrelsen 1974).

I anknytning till dessa bestämmelser har kommunerna själva fastställt egna regler och anvisningar. Reglerna innehåller angivelser om nödvändig magasinvolym och lämpligt utförande. Dessa regler bygger ofta på erfarenheter från driften av tidigare anläggningar. Nedan anges de i Lyngby-Taarbæk kommun gällande reglerna.

LYNGBY-TAARBÆK KOMMUNES BYGNINGSINSPEKTORAT

REGLER FOR TAGVANDSFASKINER

På steder i kommunen, hvor jordbundsforholdene tillader det, vil der indtil videre efter særlig ansøgning i hvert enkelt tilfælde kunne gives tilladelse til at aflede tagvandet til stenfaskiner på følgende betingelser:

§ 1.

Tilladelsen gives på ejerens eget ansvar, og den til enhver tid værende ejer er pligtig til for egen regning at afdræne faskinerne til kloakken, såfremt de ikke virker tilfredsstillende. Tilslutningen sker i så fald efter landvæsenkommissionskendelsens regler.

Myndighederne kan kræve nærværende bestemmelser tinglyst på ejendommen forud for pantegæld.

§ 2.

Der må ikke føres spildevand af nogen art til faskinerne.

§ 3.

Tagnedløb, afløbsledninger og faskiner skal udføres som vist på hosstående skitse.

Ønskes tagnedløbsbrønde anbragt, kan dette ske efter nærmere aftale med Bygningsinspektoratet.

§ 4.

Faskinens midtlinie (længdeakse) og endepunkter skal være fjernet mindst 5 m fra beboelseshuse samt 5 m fra huse, hvorunder der udgraves kælder.

Ved mindre udhuse, der ikke indrettes til beboelse, og hvorunder der ikke forefindes kælder, kan afstanden nedsettes til 2,5 m.

§ 5.

Faskinerne skal være fjernet mindst 0,5 m fra vejgræsen og mindst 2,5 m fra naboskel. Dog må faskiner ikke anbringes nærmere naboskel end 5 m i de kvarterer, hvor der i henhold til bygningsreglementer må bygges helt op i skel, eller hvor der i forvejen på nabogrunden findes beboelseshuse, som kommer til at ligge mindre end 5 m fra faskinen.

§ 6.

Faskinen skal være fjernet mindst 5 m fra drikkevandsbrønde, samlebrønde, septictanke og lignende.

§ 7.

Afløb fra lyskasser, kældernedgange og lignende må ikke føres til faskiner for tagvand.

Lyskasser kan eventuelt afvandes til mindre, selvstændige faskiner beliggende mindst 1 m fra huser.

Kældernedgange bør afvandes til kloakken, og hvis der undtagelsesvis opnås tilladelse til at føre afløbet til en selvstændig faskine, skal det af hensyn til urenheder fra skærkasser, blade m. v. ske gennem en 20 cm rørbrønd med vandlås.

§ 8.

Tilladelse til at afvande nedkørselsramper, gårdspladser og lignende til faskiner kan kun gives i særlige tilfælde og da kun, når der anbringes rørbrønde med vandlås på afløbet, når jordbundsforholdene er særlig gode med hensyn til nedsvivning, samt når forurening af afløbet ikke kan ske.

§ 9.

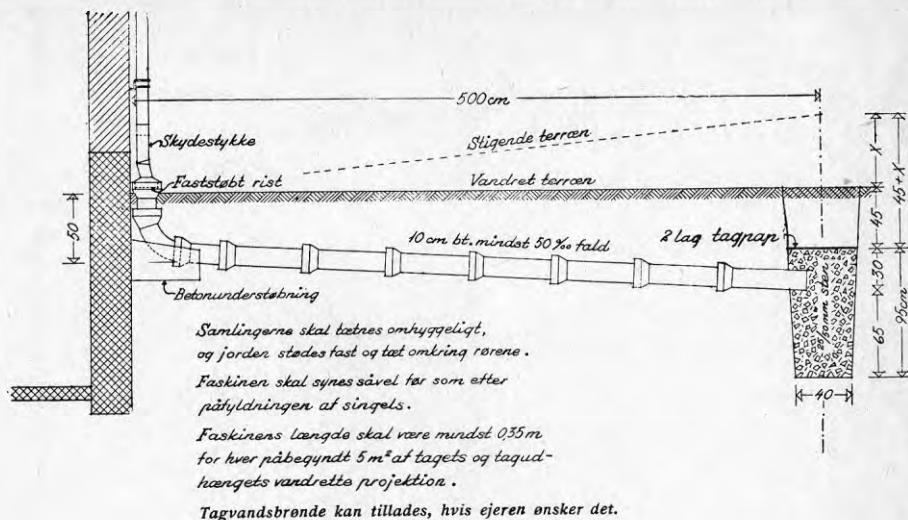
Ved små skure og lignende under 20 m², hvor der ikke kræves tagrender og nedløbsrør, kræves de på tegningen angivne størrelsesforhold ikke overholdt.

§ 10.

Arbejdet skal udføres af en dertil autoriseret kloakmester.

Lyngby-Taarbæk Kommunes Sundhedskommission,
den 20. december 1949.

E. Bondo.



Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark har utarbejdet anvisninger som grundar sig på avloppsnormen. I anvisningarna finns under kapitel 5, som bl a behandlar användandet av magasin för takavvattning, följande:

Faskiner

Hvor bebyggelsesforholdene og jordbundens beskaffenhed måtte skønnes egnet, kan myndighederne efter særlig ansøgning i hvert enkelt tilfælde give tilladelse til, at afløbet fra nedløbsrør føres til stenfaskiner (stendræn) på følgende betingelser:

Tilladelsen gives på ejerens eget ansvar, og den til enhver tid værende ejer er pligtig til for egen regning efter myndighedernes krav at forny stenmaterialet eller føre regnvandet til gadekloakken, eventuelt ved afdræning af faskiner, under iagttagelse af eventuelle for en sådan tilslutning til gadekloakken gældende tekniske og økonomiske bestemmelser. Forpligtelsen til at slutte afløbet til gadekloakken kan kræves tinglyst på ejendommen.

Til faskiner for regnvand fra tage må der hverken føres afløb fra lyskasser, kældernedgange, nedkørselsramper, gårdspladser og lignende eller spildevand af nogen art.

Nedløbsrør, nedløbsbrønde, afløbsledninger og faskiner bør udføres som vist på fig. 5.11.

Faskinerne skal anbringes på ejendommens egen grund i en afstand af mindst 0,5 m såvel fra gade- eller vejareal som fra areal belagt med gade- eller vejservitut. Endvidere skal de anbringes mindst 5 m fra drikkevandsbrønde, samlebrønde o. lign. Faskinernes midtlinie (længdeakse) og endepunkter skal holdes mindst 5 m fra beboelses-

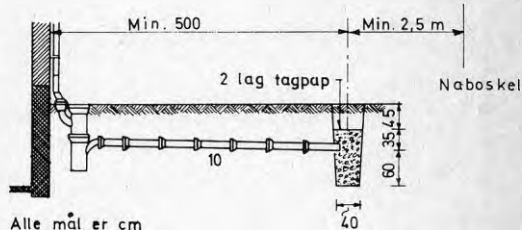


Fig. 5.11. Tagvandsafløb til faskine. Faskinens længde bør være mindst 0,35 m pr. 5 m² tagareal.

huse og fra huse, hvorunder der udgraves kælder. Ved huse uden beboelse og uden kælder kan afstanden ned sættes til 2,0 m. De anførte afstande skal iagttages såvel med henblik på bygninger på selve ejendommen som med hensyn til eksisterende og fremtidig mulig bebyggelse på naboejendomme.

Ved garager og udhuse på højst 25 m² kan der gives tilladelse til at aflede tagvandet til faskine, uden at de foran angivne afstande og størrelsesforhold overholdes. Faskinerne må dog ikke anbringes i mindre afstand end 2 m fra bygninger og skel.

3.3 Riktlinjer för LOD i Norge

Under 1960-talet drogs i Norge riktlinjer upp för avloppssystem som förutsätter utbyggnad av reningsanläggningar i kombination med separata system för spill- och dagvatten. Sedan mitten av 1970-talet har ett intresse vaknat för system med infiltration av dagvatten (Bærums Kommune, 1977).

Tanken på en alternativ teknik för den traditionella dagvattenhanteringen växte fram genom att kostnaderna för ledningsnäten blev stora och problem uppstod då grundvattensänkningar förorsakade skador på byggnadskonstruktioner och vegetation. Andra orsaker till ett nytänkande var insikten om den chockbelastning som dagvattnet kom att göra på recipienten (Statens forureningstilsyn, 1978).

1978 utarbetade Statens forureningstilsyn (STF) nya riktlinjer för dagvattenhanteringen. STF rekommenderade återhållsamhet vad gäller användandet av avloppstekniska installationer för omhändertagande av dagvatten. I stället borde infiltrations- och/eller fördröjningsteknik på eller nära tomtmark användas. Dessa riktlinjer är baserade på de bestämmelser som finns i bygningsloven, vassdragsloven och vannvernsloven.

Målsättningen med utarbetandet av riktlinjerna kan sammanfattas i följande punkter:

- Dagvattenhanteringen skall ej förorena eller skada grundvatten, vattendrag eller sjörecipient.
- De tekniska lösningarna skall ha minsta möjliga anläggnings- och driftskostnader
- Lösningarna av dagvattenproblemen skall medföra minsta möjliga olägenheter och skador som t ex översvämning, uttorkning, sättningar och ras.
- Planlösningen skall ha största möjliga flexibilitet med hänsyn till framtida utbyggnadsplaner och miljökrav.

STF påpekar særskilt att anläggningar av denna typ ej får användas okritiskt t ex då infiltration kan reducera släntstabilitet och medför utglidning och ras. Vidare anges att även en måttlig magasinering av vatten på parkeringsplatser och vägar kan medföra olägenheter och i vissa fall utgöra en trafikfara. God planläggning och goda analyser är förutsättningen för att anläggningen skall fungera tillfredsställande.

Nedan finns ett utdrag av STF:s riktlinjer för LOD-anläggningar:

4.2 Tiltak i primærsystemet.

Med primærsystemet menes det i disse retningslinjene nedslagsfeltets naturlige bekkesystem. Dette bør nyttes til avledning av overvann i en langt større grad enn tilfelle er i dag.

Vurderinger og tiltak med hensyn til primærsystemet kan være:

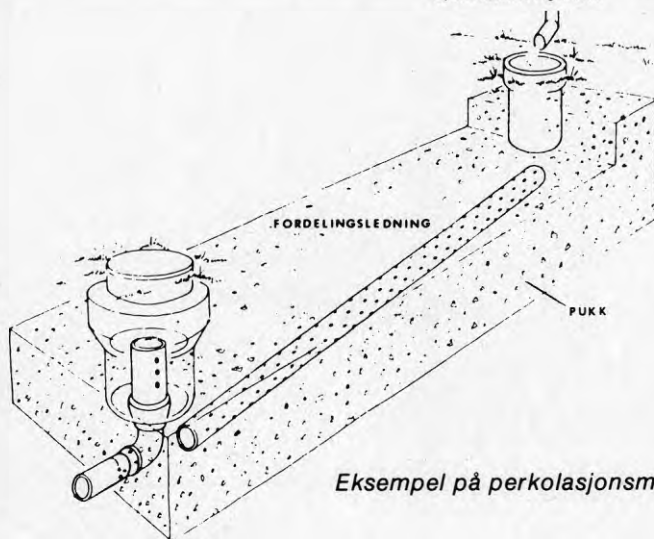
- I planleggingsfasen bør bekker kartlegges og mulighetene og kapasitetene disse har som elementer i et overvannssystem vurderes.
- Bekkelukkinger bør generelt unngås, og spesielt gjelder dette forurensete bekker. Åpne bekker må imidlertid sikres slik at de ikke representerer noen fare for barn.
- Bekkeskråninger må sikres mot erosjon og ras.
- Er det nødvendig å anlegge store tette flater, bør de så langt det er mulig avdeles med permeable rabatter som gir mulighet for infiltrasjon.
- Tette flater og gangveier bør i størst mulig utstrekning være omgitt av permeable flater. Der det er ønskelig å avslutte tette flater med kantstein bør disse ha åpninger slik at overvannet slippes ut på de permeable flatene.
- Permeable flater bør bygges opp slik at man oppnår maksimal infiltrasjon. Valg av jordtype og tilsåing bør utføres fra infiltrasjonshensyn.
- Permeable flaters infiltrasjonskapasitet reduseres sterkt når de komprimeres. Unødig komprimering bør derfor unngås. I anleggstiden bør det så langt det er mulig ikke tillates at tunge kjøretøyer kjører over områder som fortsatt skal være permeable.

4.3 Tiltak i sekundærsystemet.

Utformingen av de enkelte sekundærsystem- eller ledningsnettelementer er av avgjørende betydning dersom avløpsssystemet som helhet skal virke etter sin hensikt. Problemstillingene vil imidlertid være forskjellige for nye og eksisterende systemer. Mens planleggingen av nye ledningsnett i det vesentligste er et dimensjoneringsproblem, kan vurderingen av systemene i eksisterende områder være mere omfattende, siden de ofte medfører kartlegginger og tilstandsundersøkelser.

Prinsipppløninger og spesielle tiltak for sekundærsystemet kan være:

- Taknedløp bør ikke kobles rett på avløpsledning. I den grad det er mulig bør dette vannet infiltreres på stedet. Nedløpet kan f.eks. ledes til permeable flater eller til spesielt byggede infiltrasjons/perkolasjonsanlegg. Er det ikke mulig å infiltrere takvannet, bør mulighetene for å bruke eget fordrøyningsarrangement før tilkobling til ledningsnett vurderes.
- Som nedavslutning ved høye nedberintensiteter bør en systematisk planlegging av fordrøyningsmuligheter foretas. Dette kan gjøres på f.eks. parkeringsplasser og grønne flater hvor oppstuvninger kan finne sted uten å representere farer eller å anrette skader.
- For overvannsledninger med tilstrekkelig selvrensende evne, bør man vurdere om sandfang kan sløyfes. Hensikten med dette er foruten de økonomiske fordelene, å redusere akkumulering av oppløst organisk materiale (BOF) i sandlommene med påfølgende utspyling av dette under kraftige regnskyl.
- Regnvannsoverløp bør bygges i samsvar med konklusjonene i PRA brukerrapport nr. 2. Overløpsinnstillingen må være regulierbar. Overløp skal ha utslippstillatelse på linje med andre utslipp av forurenset vann. Overløp på separate spillvannsledninger er ikke tillatt.
- Ved overløp som betjener mer enn 1 000 personer, bør mengden overløpsvann kunne registreres.



Eksempel på perkolasjonsmagasin

3.4 Sammanställning av väsentliga parametrar som påverkar dimensionering av LOD-anläggningar i Sverige och Danmark

Dimensioneringsförfarandet vid anläggandet av perkola-tions- och infiltrationsanläggningar varierar i Sverige beroende på att det ej finns några direkta dimensioneringsregler. Även i Danmark varierar utformningen av anläggningarna vilket är beroende på att varje kommun har sina egna regler och anvisningar (se Lyngby-Taarbæk kommune kap 3.2). I detta avsnitt har försök gjorts att samla hänsynstagande som görs med avseende på de olika faktorer som styr dimensioneringen av LOD i de båda länderna.

Huvuddelen av de här nedtecknade uppgifterna är hämtade ur rapporterna:

Sverige

- Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation R23:1974, Paus, Andersson och Carlstedt.
- Kurskompendium, Bygg-Info, januari 1979.

Danmark

- Infiltration av tagvand, Gellin, Glarbo. Eksamensprojekt 1974. LTH, Lyngby. Danmark
- Filtrationssystemet, Sven Abrahamsen. Tidskriften Ingeniøren Nr 38-22, september 1951, 60 årgång.

Sverige

Dimensionerande nederbörd

För dimensionering av perkola-tionsmagasin används det största vart annat år återkommande regnet med en varaktighet av ett dygn. Nederbördsuppgifterna bör hämtas från orten. Dimensionerande dygnsnederbörd som tillämpas för perkola-tionsmagasin är inom;

Danmark

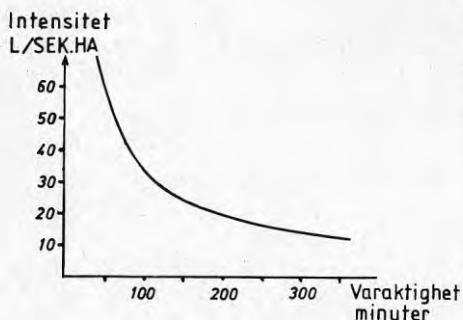
Dimensionerande nederbörd

Som grundläggande regel för dimensionering av ledningar och av magasin nyttjas regn svarande mot överbelastning en gång per år ($n=1$). För gator och vägar vill man vanligtvis ha större säkerhet varför $n=1/2$ används. Även regn som ger en överbelastning vart 5:e år

(Sverige)

inströmningsområden 10-20mm (n=1/5) och vart 15:e år (område där grundvattenytan är 1,5 - 2,0 m under markytan) och inom utströmningsområden 15-30 mm (område där grundvattenytan är i markytan).

Den ovan angivna dimensionerande nederbörden ger ej tillfredsställande resultat i genomsläppliga jordar, där avtappningsintensiteten ger maximal volym för magasin vid betydligt kortvarigare regn än ett dygn (Andersson - Carlstedt - Paus, 1979). De anser att nedanstående figur i stället bör kunna användas för bestämning av påfyllnadsintensitet till magasin



Avvattnad_yta

Magasinets storlek bestäms till stor del av avvattnad asfalt, tak, grus eller gräsyntans storlek.

För dimensionering av infiltrationsytor används ett erfarenhetsgrundat värde där:

Infiltrationsarea $\approx 1/2 \cdot$
ansluten avvattnad yta.
För noggrannare bestämning fördras att markens egenskaper bestäms genom infiltrationsförsök. De faktorer som bestämmer infiltra-

(Danmark)

(n=1/15) förekommer i dimensioneringssammanhang.

Magasinet skall utföras så att det är stort nog för varje enskilt regntillfälle motsvarande det dimensionerande regnet.

En vanlig formel som används vid bestämmandet av regnintensiteten är $i = c \cdot t^{-\alpha}$ där c och α är konstanter som bestäms av regnets karaktär. Det ligger en viss osäkerhet i att använda dylika regnformler eftersom de ej beskriver det tidsmässiga avståndet till icke-dimensionerande regn. Följaktligen är det möjligt att ett mindre regn kan överbelasta magasinet om detta ej är tömt efter föregående nederbördstillfälle.

Lab. for tekniske Hygienje utvecklar en bättre teknik för att beskriva nederbörden.

Avvattnad_yta

Någon infiltration av takvatten genom utströmning över omgivande terräng då takytan är större än 25 m² ej är tillåten. Leds takvatten till stenmagasin bör dess volym vara 0,5 m³ per påbörjad 50 m² takyta.

(Sverige)

tionskapaciteten är främst växtlighet, markanvändning, jordart, markstruktur (Holmstrand-Lindvall, 1979).

Porositet

Avvikt för magasinens storlek är fyllnadsmaterialets effektiva porositet
EFFEKTIV POROSITET =
TOTAL POROSITET -
KAPILLÄRA PORER
Värden på den effektiva porositeten finns angiven i litteraturen.

För perkolationsanläggningar bör fyllnadsmaterialet bestå av grus eller makadam med kornstorlek 2-40 mm.

Infiltration

Infiltration definieras som det skede när dagvatten tränger igenom markytan. (Det infiltrerade vattnets fortsatta rörelse mot grundvattenytan kallas perkolation.)

För att undvika negativa effekter av tjällyftning och rotutveckling bör infiltrationsytor ligga minst 50 mm under anslutande hårdgjord yta. Grundvattenytan bör ligga minst 0,5 m under infiltrationsytan.

Infiltrationsytan bör vara jämn så att pölbildning ej uppstår samt att marken förses med erosionskydd vid känsliga partier.

Permeabilitet

Permeabiliteten eller jordens vattengenomsläpplighet kan variera mycket inom ett område vilket medför att bestämningen om den är t ex 10^{-5} m/s eller 10^{-6} m/s kan vara svår. Det senare påverkar

(Danmark)

Porositet

Jordartens porositet beror på jordartens kornkurva och lerinnehåll, vilket har betydelse för fuktighetsinnehållet i marken. All mark har en viss lagringskapacitet.

Infiltration

Infiltration bör bestämmas genom undersökningar på platsen.

Permeabilitet

Kornstorlek, permeabilitet, porositet, fuktinnehåll är viktiga parametrar för en jordarts infiltrationsegenskap. Inpermeabla jordarter såsom leror och starkt lerhaltiga moräner samt jordarter som innehåller mycket

(Sverige)

magasinsvolymen med en decimal vid dimensionering så att skillnaden kan bli 15 m³ och 1,5 m³ vad beträffar magasinets storlek.

I leriga och siltiga jordar omgärdas hela magasinet av en tätande fiberduk för att hindra in-trängning. I täta jordar bör endast fördröjningsmagasin anläggas.

Rent generellt bör perkolationsmagasinet helst ha sin botten i friktionsjord.

Om jordens naturliga genomsläpplighet är mindre än $2 \cdot 10^{-6}$ m/s så dimensioneras magasinerna ändå för detta värde.

Magasinens placering

Frysningensrisk:

Frysningensproblemen i samband med LOD-anläggningar är i allmänhet små. Även perkolationsmagasin som varit i drift under hårda vinterförhållanden har behållit sin infiltrationskapacitet (Andersson, Carlstedt och Paus, 1978). Fara är tjäle i marken samt stora flöden vid snösmältning. Någon direkt anledning att anlägga magasinerna frostfritt finns ej vid beaktande av hittills erhållna erfarenheter.

I stället rekommenderas att magasinerna läggs så högt som möjligt så att reningseffekten utnyttjas i markens omättade zon.

Avstånd till grundvattenyta:

Vid perkolationsmagasin

(Danmark)

organiskt material anses direkt olämpliga för infiltration av regnvatten. Försök har gjorts att anpassa storleken på anläggningarna i förhållande till permeabilitetens variation i jorden men det har visat sig vara praktiskt omöjligt på grund av stora lokala jordartsvariationer.

Magasinens placering

Frysningensrisk:

Hänsyn bör tagas till frysningensrisk eftersom magasinerna under töperioden, när temperaturen i det översta jordlagret är under noll, kan mottaga större mängder vatten från smältande snö eller regn. Magasinerna bör således anläggas på frostfritt djup vilket innebär 90 cm under markytan. Dessa magasin har blivit dyra att anlägga och ofta haft nedsatt effekt beroende på närheten till grundvattenytan. Aflöbsregulativet har därför angivit ett anläggningsdjup på 45 cm och inga direkta frysningensproblem har visat sig.

Avstånd till grundvattenyta:

När avståndet mellan maga-

(Sverige)

skall grundvattenytan under hela vegetationsperioden ligga minst 10 cm under magasinets botten.

Placering nedanför branta sluttningar där stort mark- och ytvattentillskott kan förväntas bör undvikas. Hänsyn kan också tagas till detta vid dimensionering, varvid magasinets nettovolym vanligen ökas med 5-10%. Grundvattennivån bestämmer magasinbottens lägsta nivå och därmed också magasinets största möjliga höjd.

Hög grundvattennivå medför liten magasinshöjd.

Bestämmelser om avstånd

Endast allmänna rekommendationer.

Perkolationsmagasin för större mängder dagvatten bör inte läggas i närheten av vattentäkter.

Hänsyn måste tagas till byggnadens läge, förekomst av källare och andra markanläggningar då dessa kan påverka eller påverkas av perkolationsmagasinet.

Tömningstid

Tömningstiden för helt fyllt magasin bör högst vara 4 dygn.

Föroreningar

Vid anläggandet av LOD

(Danmark)

sinets botten och grundvattenytan understiger 2 m anser man att magasinets effektivitet minskar. Anpassas magasinets längd här till kan magasin användas till 0,5 m skillnad mellan botten och grundvattenyta. Längden ökas då med 25-100%. Hänsyn bör tagas till grundvattenytans årliga variation.

Bestämmelser om avstånd

Afløbsregulativet anger 5 m som säkerhetsavstånd till dricksvattenbrunn.

Magasinet skall byggas minst 0,5 m från såväl gata som väg.

Magasinens mittlinje skall ligga minst 5 m från bostadshus och hus med källare samt septitank o dyl. Vid hus utan källare och ej bebodda hus kan avståndet minskas till 2 m.

Till takvattenmagasin får ej föras vatten från källar- nedgångar, nedkörningsramper etc.

Tömningstid

Efter det farligaste regn skall magasinet vara tömt på 15 tim. Tömningstid är den tid det tar för magasin att tömmas genom naturlig avtappning.

Föroreningar

En dansk undersökning där

(Sverige)

måste hänsyn tagas till de föroreningsrisker som finns. Takvatten har i allmänhet låg föroreningshalt och utgör därmed en liten risk att infiltrera och perkolera. Föroreningsrisken ökar med närheten till industrier, trafikerade gator, upplagsplatser etc.

Dagvattenföroreningar som kan ge problem är vägsalt, olja, bensin, svavel och kväveföreningar, tungmetaller samt suspenderat material.

Normalt har marken i sig själv en filtrerande effekt men man kan dock ej bortse ifrån att lösta ämnen kan ta sig ner till grundvattnet.

Särskild försiktighet bör beaktas i närheten av vattentäkter.

(Danmark)

35 kommuner tillfrågats visar att över hälften av de tillfrågade kommunerna var positiva till användandet av magasin för takavvattning medan 1/5 var direkt motståndare. Det väsentligaste argumentet emot var faran för grundvattenförorening. Undersökningar av nederbördsföroreningar, erosion och korrosion från ytbeklädnads-material samt jordens rening förmåga har utförts. Resultaten visar på att farhågan för grundvattenförorening är kraftigt överdriven då det gäller takvatten.

Enligt afløbsregulativet skall takvattenmagasin utföras enligt följande om det avvattnar större yta än 25 m²:

Magasinen skall täckas med takpapp för att förhindra överliggande material att tränga ned i magasinet. Plastfolie används också. Afløbsregulativet föreskriver också att en brunn \varnothing 200 placeras vid foten av tilloppsroret. Brunnen skall fungera som sandfång och förhindra att löv och kvistar föres till magasinet. Regnvattenledningen från brunnen till magasinet får ej vara mindre än \varnothing 100 och måste ha ett fall på 10% medan ledningar \varnothing 150 skall ha minst 5 % fall. I övrigt anvisas att ledningar \varnothing 100 får mottaga vatten endast från takytor mindre än 200 m² medan \varnothing 150 får avvattna tak av storleken 200-800 m².

I Lyngby-Taarbæk kommun är minsta tillåtna ledningsfall 50 %. Här kräver man ej brunn på tilloppsledningen.

Med hänsyn till erosion omkring magasinsintaget bör ledningen föras 15-20 cm in i magasinet. Tilloppet bör

(Danmark)

dessutom placeras mitt i magasinet för att ge en god fördelning av vattnet.

För att undgå att suspenderade ämnen, oljor, fetter m m föres in i magasinen utföres brunnarna med gren- eller T-rör (oljeavskiljare).

3.5 Dimensioneringsformler för perkolationsmagasin. Sverige

Nedan redovisas den dimensioneringsmetod som hittills mest kommit att utnyttjas och som därigenom är av störst intresse vid föreliggande undersökning.

Följande parametrar ingår i beräkningarna:

Nederbördsvolym $V =$ avvattnad yta \cdot dim. nederbörd [m^3]

Perkolationshastighet = 4 dygn (magasinets tömningstid).

Magasinets nettovolym $V_n = V - 1/4 V = 3/4 V$ [m^3]

Magasinets bruttovolym $V_b = \frac{V_n}{P_e}$ [m^3]

$P_e =$ effektiv porositet [%]

Perkolationsintensitet $q_p = \frac{V}{T}$ [m^3/s]

$T =$ tömningstid [s]

Erforderlig bottenarea i magasinet erhålls ur ekvationen

$$A = \frac{q_p}{K \cdot I} \quad m^2, \quad \text{där}$$

$K =$ permeabilitetskoefficient [m/s]

$I =$ lutning ≈ 1 (perkolation)

Magasin höjd $H = \frac{V_b}{A}$ [m]

Dimensioneringsmetoden - maximal dygnsnederbörd redovisas i rapport R23:1974. Metoden har senare modifierats med ledning av vunna erfarenheter (Andersson, R, Carlstedt, B, Paus, K, 1979). En annan metod för magasin-dimensionering är regnenvelopmetoden av (Cederwall, K, Eriksson, A, 1977). Metoden har använts vid dimensionering i kv. Dalen i Enskede.

3.6 Dimensioneringsformler för vägavvattning i Tårnby kommune

Som tidigare framgått av kap 3.2 har i Danmark kommunerna ofta egna dimensioneringsanvisningar. Ett exempel på sådana är anvisningar för vägavvattning i Tårnby kommun.

Avledningssystemet avser vägavvattning och är i princip uppbyggt som ett "underdimensionerat" ledningssystem kompletterat med ett infiltrationsmagasin. Systemet bygger alltså på en magasinering med en dimensionerande avledning - via dagvattenledning, på 6 l/sek·ha. (Ledningarnas minimilutning 2 ‰.) Härav beräknas 5 l/sek·ha för avledning från magasin samt 1 l/sek·ha såsom en basvattenföring genererad av en lokal grundvattenavsänkning kring anläggningen.

Magasinens storlek bestäms så att de kan rymma farligaste regn $n = 0,5$ med säkerhetsfaktorn 2.

Beräkningsformlerna nedan avser magasin i likhet med dem som presenteras i figur 36.

Avvattnad yta = F [ha]

Tomtyta = F_p [ha]

Vägyta = F_v [ha]

Avrinningskoefficient för väg = φ_v

- " - för tomtyta = φ_p

Reducerad yta $F \cdot \varphi = F_p \cdot \varphi_p + F_v \cdot \varphi_v$

Tömningsfunktionen = f [l/sek·m²]

Väglängd = l [m]

Magasinshöjd = h [m]

Säkerhetskoefficient = k (2.0)

Magasinsbredd = b [m]

Regnintensitet = q [l/sek·ha]

Effektiv porositet = P_e (%)

i fyllnadsmaterialet

Regnets varaktighet = t [sek]

Magasinerad vattenvolym = Q

Den magasinerade volymen beräknas som

$$Q = F \cdot \phi \cdot q \cdot t - (5F \cdot t + 4 \cdot h \cdot l \cdot f \cdot t)$$

↓	↓	↓
tillförd volym	avtappad volym genom <u>ledning</u>	avtappad volym genom <u>perkolation</u>

Nödvändig hålrumsvolym i magasinet = $k \cdot Q$

$$\text{Nödvändig magasinsvolym} = \frac{2 \cdot Q}{Pe}$$

$$\text{Nödvändig magasinsbredd} = b = \frac{Q \cdot k}{2 \cdot h \cdot l \cdot Pe \cdot 1000} = [\text{cm}]$$

3.7 Dimensioneringsformler för infiltrations- anläggningar i Lyngby-Taarbæk kommune

Ett annat beräkningsunderlag (S. Abrahamsen, 1951) används i Lyngby-Taarbæk kommun. I likhet med Tårnby används 5.0 l/sek·ha som det vattenflöde ledningarna från magasinen skall vara dimensionerade för.

För beräkningarna används följande konstanter:

Magasin längd = l [m]
 -"- bredd = b [m]
 -"- höjd = h [m]
 -"- yta = O [m²] (begränsningsyta mot om-
 -"- volym = V [m³] givande mark)

Effektiv porositet = Pe [%]

Vidare används följande beteckningar för beräkning av tillflöde, utflöde och tömning.

Avvattnade ytans reducerade areal = F [ha]
 Regnintensitet = i [l/sek·ha]
 Tid = t [sek]
 Dränering = q [l/sek·ha]
 Tömningsfunktion = f [l/m²·sek]

Följande relationer kan erhållas

$$O = l(b+2h)$$

$$V = l \cdot b \cdot h$$

Fram till tidpunkten t efter regnets början kan tillflödet till magasinet beräknas enligt:

$$Q_t = F \cdot i \cdot t \quad [1]$$

till samma tidpunkt kan dräneringen beräknas

$$D_t = F \cdot q \cdot t \quad [1]$$

Tömningen

$$U_t = f \cdot O \cdot t = f \cdot l(b+2h) \cdot t \quad [1]$$

Magasinhållrummet

$$H = l \cdot b \cdot h \cdot P_e \quad [m^3]$$

Uttrycks magasinets hållrumsvolym i liter vid tidpunkten t och att den skall vara lika med tillflödet minus dränering minus tömningsfunktionen erhålles följande:

$$H = \frac{F \cdot t \cdot (i/q)}{1000 + \frac{(b+2h)}{b \cdot h \cdot a} \cdot f \cdot t} \quad [1]$$

$$\text{Nödvändig magasinvolym} = H_{\max} \cdot F$$

$$\text{Nödvändigt magasin somfång} = \frac{\text{Nödvändig magasinvolym}}{P_e}$$

$$\text{Nödvändig magasinlängd} = \frac{\text{Nödvändigt magasin somfång}}{b \cdot h}$$

4. SAMMANSTÄLLNING ÖVER PLATSBESÖK

4.1 Skellefteå kommun

4.1.1 Allmänt

Skellefteå kommun är belägen några mil från Skellefteåns mynning vid Bottenviken. Kommunen besöktes 79-11-21. I området Anderstorp, figur 3, har dagvattensystemet för infiltration utförts. Området, som består av centrumbebyggelse samt tvåvånings flerfamiljshus utan källare är under uppbyggnad och cirka 60 av 100 infiltrationsmagasin är byggda. Inom området har tre magasin tidigare detaljstuderats med avseende på tjälens inverkan (Andersson, R, Carlstedt, B, Paus, K, 1978).

4.1.2 Geologi

Anderstorp är ett utströmningsområde och utgjordes tidigare av ej dränerad åkermark. Marken består överst av organisk lera med en största tjocklek av 10 meter. Torrskorpans mäktighet är ca 1 m. Under leran finns huvudsakligen mo. Sedi- menten vilar på morän eller berg. Grundvattenytan låg innan området började bebyggas på normalt 2-3 m under markytan.

4.1.3 Teknisk utformning

Husen men ej ledningsnäten inom området är pålade. Dagvatten från hustak och gångvägar avleds till magasin. Därifrån kan vatten fördelas ut i omgivande mark samt avledas via bräddavloppsanordning till dagvattenledning. Anläggningarnas principiella utformning visas i figurerna 4 och 5.

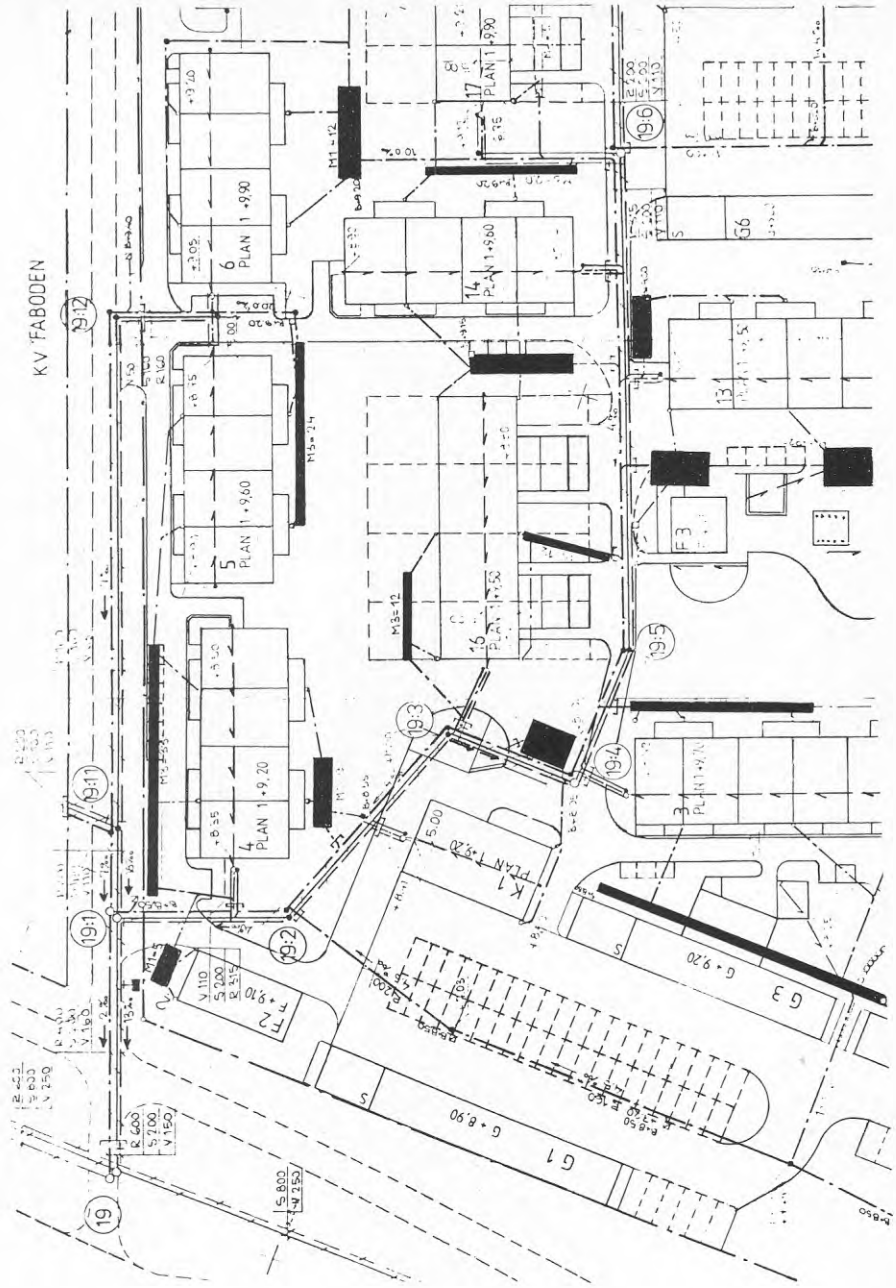
4.1.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Inom kommunen har man en viss tveksamhet vad gäller dagvatteninfiltration, framför allt när det gäller risker i samband med tjäle. Man ingår dock i en grupp med byggkonsulter och entreprenörer som arbetar med frågor inom detta område.

Gatukontorets insyn i detaljprojekteringen (granskar ej alla handlingar) är inte stor när det gäller områden som Anderstorp som byggs på totalentreprenad. Detta medför



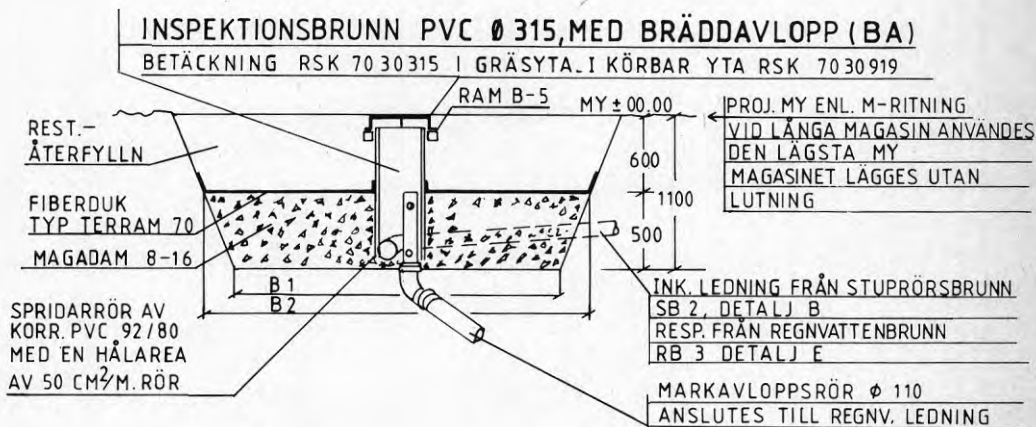
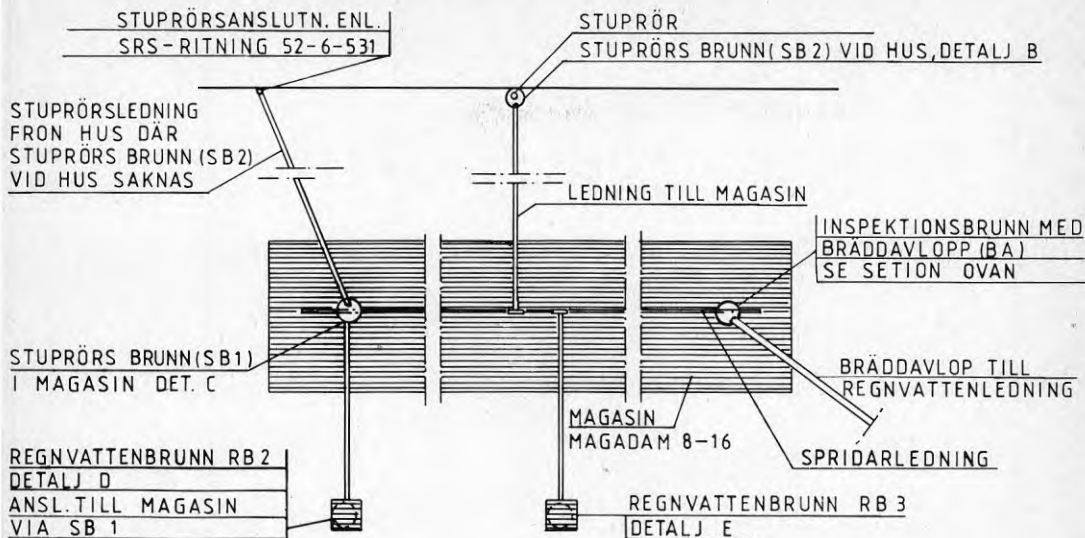
Figur 3. Karta över Skellefteå.



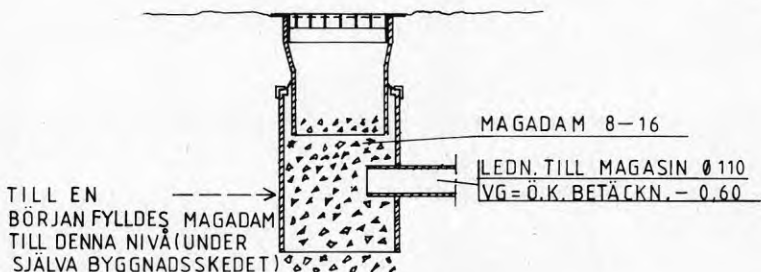
Figur 4. Principlösning för magasinens utbredning i plan - Anderstorp. Entreprenör: BPA Produktion AB.

PRINCIPLAN ÖVER PERKOLATIONS- MAGASIN

33



DETALJ E, -1:10- REGNVATTENBRUNN, RB 3



Figur 5. Principlösningar för dagvattenanläggningarna i Anderstorp. Entreprenör: BPA Produktion AB.

att kunskapen om dagvattenanläggningarnas funktion är liten. Gatukontoret ger sina synpunkter (vad gäller kvarteretsmark) på ett område under planeringsskedet. Kommunens kontroll är liten vid totalentreprenader och utövas över huvud taget inte vid byggande i egen regi.

Husen i området är grundlagda på en låg stenfot och vid entréerna, som är handikappsanpassade, kan det förekomma svårigheter att öppna och stänga dörrar på grund av uppfrysning vintertid.

4.1.5 Synpunkter från entreprenör

Entreprenören sköter hittills alla dagvattenanläggningar, även i de områden som är färdigställda.

I princip har man en positiv syn på metoden med dagvatteninfiltration men man har även erfarenheter av driftproblem från Anderstorpsområdet. Samordningen med el- och teleinstallationer borde kunna vara väsentligt bättre.

Två magasin har fått grävas upp och förnyas på grund av igensättning vid inkommande ledning. För att makadamen i intagsbrunnar ej skall utsättas för igensättning under byggnadstiden har man valt att fylla upp dessa först då en etapp står färdig, se figur 5 detalj E. Detta har inneburit att föroreningar kunnat nå magasinet.

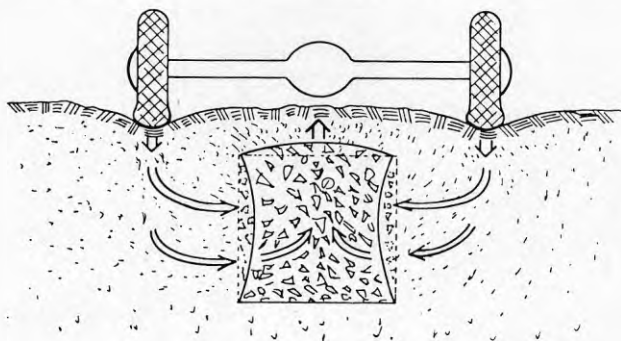
I samband med slutbesiktningar har det visat sig att brunnsbetäckningar ofta ligger något högt i förhållande till omgivande mark. Detta anser man bero på sättningar. Man har noterat en spridning i magasinens tömningsfunktion. Samtidigt som ett magasin är helt tömt kan ett annat stå fyllt. Några magasin har haft så dålig omsättning på vatten att svavelväte bildats. Entreprenören har planerat en kontroll av samtliga magasin i området.

Vissa problem med uppfrysning har förekommit inom området. Avvägningar som gjorts visar på förändringar på upp till 20 cm (normalt ca 7 cm). Marken har efter tjälningsperioderna återgått till normala nivåer. Uppfrysning av mark i om-

råden med denna typ av jordart får anses normalt.

Under byggnadsfaser vintertid har man haft tjäle på storleksordningen 60 cm vid barmark medan det normalt är otjälät där man har ett snötäcke.

Till en början byggdes vissa magasin i smågator. I senare skede har man valt att placera dessa ett stycke in på intilliggande grönytor. Anledningen härtill har varit att på grund av att marken är kompressibel har, då tunga arbetsmaskiner för husbyggen belastat marken, hoptryckning av magasinvolymerna förekommit, se figur 6.



Figur 6. Deformering av magasin vid belastning av tung trafik.

4.1.6 Nederbördsförhållanden vid besöket

Nederbördsobservationer visar att det under en vecka före besöket hade fallit totalt 38 mm nederbörd i början av perioden i form av snö. 4 dagar före besöket var det blidväder och totalt 22,8 mm nederbörd hade fallit i form av regn. Snötäcket var besöksdagen ett par cm och temperaturen -10°C .

4.1.7 Platsbesök vid Anderstorp

Egna iakttagelser:

Snötäcket besöksdagen medförde att marken ej var synlig vilket i viss mån försvårade besiktningen.

Att magasinens tömningsfunktion varierar konstaterades vilket även noterats av entreprenören. Något svavelväte i magasinsvattnet fanns dock inte vid tidpunkten för besöket. Svavelväte som tidigare uppträtt i magasinerna beror sannolikt på en reaktion i marken kring magasinerna som består av organisk lera.

Uppgrävning samt installationer för ett magasin utfördes besöksdagen. Dessa arbeten fungerade idag rutinemässigt och utan svårighet, vilket bekräftades av anläggningsarbetarna.

Synpunkter från fastighetsskötare och boende:

Fastighetsskötare för området har mycket liten kännedom om infiltrationsanläggningarna. Utöver de tre magasin som följts upp med avseende på tjälningseffekter hade man fram till våren 1979 inte haft kännedom om att det inom området finns fler magasin. Några särskilda skötselåtaganden har man alltså inte vilket kan bero på att entreprenören fortfarande träder in där problem uppstår.

De boende som tillfrågats har ej haft synpunkter eller gjort iakttagelser som kan kopplas till infiltrationsanläggningarna.

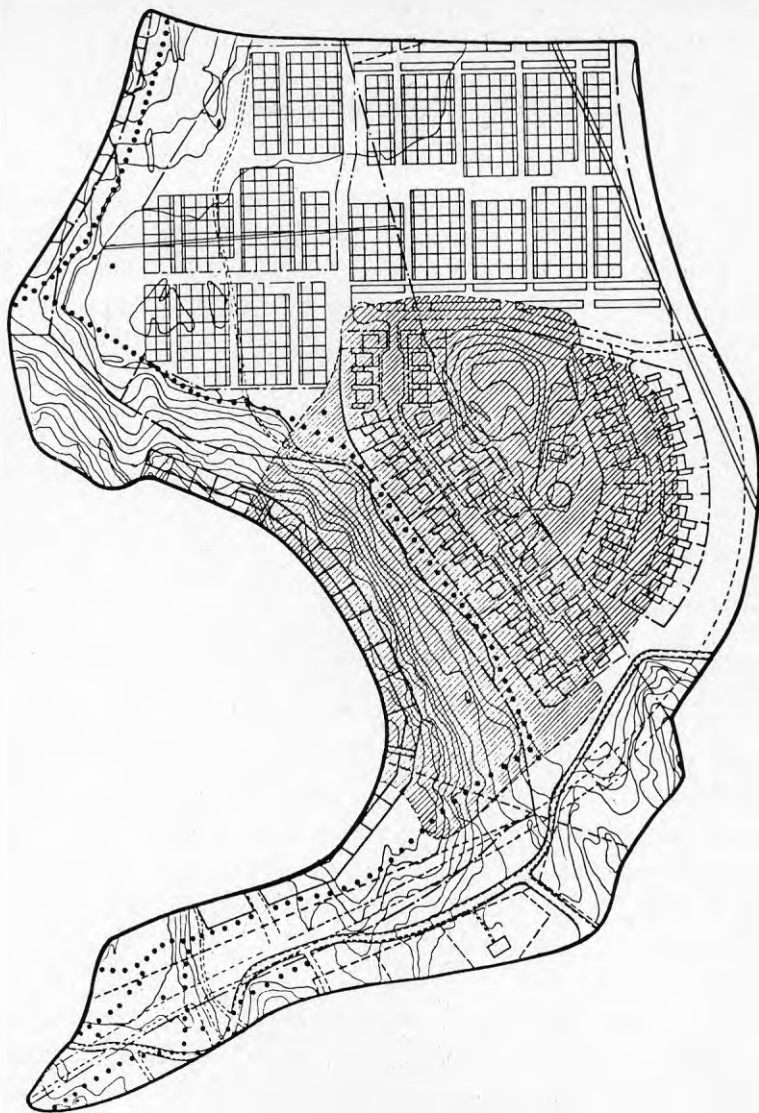
4.2 Vaxholms kommun

4.2.1 Allmänt

I Åkersberga, figur 7, Vaxholms kommun norr om Stockholm, har området Södra Margretelund projekterats och byggts ut med infiltrationssystem för dagvatten. Kommunen besöktes 79-11-20. Grundförhållandena är mycket dåliga då marken utgöres av gammal sjöbotten, se 4.2.2. Risken för problem i samband med stora sättningar är alltså uppenbar i denna typ av område. Förhållandena kring anläggningen får anses extrema, men väsentligt är ändå att belysa hur de utförda anläggningarna fungerat.

4.2.2 Geologi

Området är flackt - nivåvariationer på mellan 1 och 2 meter



Figur 7. Plan över Södra Margretelund. Entreprenörer:
Anders Diös, AB Kärmhus.

och kantas av parker med fast mark. Ett avskärande dike har utförts för att minska ytvattenbelastningen från dessa partier. I mitten av kedjehusområdet finns ett fastmarksområde som huvudsakligen består av berg. Inom de plana partierna utgörs grunden under vegetationsskiktet av 1-3 m gyttja med inslag av torv och därunder finns lös ofta moig lera med varierande mäktighet, vilande på friktionsmaterial. Största djupet till berg är 10 till 12 m. På grund av att området är mycket sättningskänsligt har både byggnader och en stor del av ledningsnätet grundlagts på pålar. Ett 0,5 till 0,8 m tjockt förstärkningslager har påförts i ett tidigt skede för att påskynda sättningar och möjliggöra transporter in i området.

4.2.3 Teknisk utformning

Södra Margretelund består av dels kedjehus dels radhus och utbyggnaden påbörjades 1975.

För att begränsa torrskorpetillväxten har dagvattensystemet i området baserats på infiltration, varigenom vatten antingen översilas vegetationsytor eller avleds till infiltrationsbrunnar som står i magasinsfyllningar. I lågpunkter avleds vatten via Acco-dräner. Magasinen kommunicerar med ledningsschakter och dagvattenledning som skär genom området.

Invid området med fastmark finns förutsättningar för tillförsel av vatten till undre grundvattenmagasinet. Överskottsvattnet avleds från området via ledningsgravarna och tas i lågpunkter in i dagvattenledningen varifrån det pumpas för att avledas vidare ut från området.

Radhusen vilar parvis med mellanliggande entrégård på en gemensam pålad platta. Under denna platta, figur 8, ligger magasin liksom i vegetationsytorna på husens gårdsida. Anläggningarnas principiella utformning framgår av figur 9.

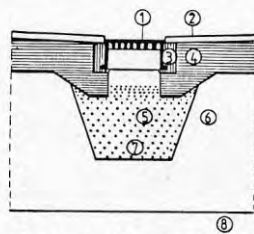
Området har varit föremål för ett stort antal utredningar, både före och efter exploateringen på grund av dess känslig-



Figur 8. Den pålade plattans begränsningslinje framträder på grund av marksättningar.

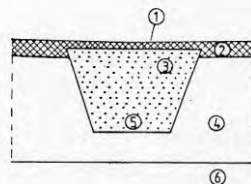
het för sättningar samt uppkomna problem i samband med utbildade sättningar.

Grundvattenobservationer var planerade i området och rör sattes i ett tidigt skede men på grund av att dessa förstörts har någon uppföljning ej kommit till stånd. I radhusområdet har, på grund av risk för driftproblem av samma karaktär som beskrivits ovan, en driftkontroll utförts på dagvattensystemet under utbyggnadsskedet. Därvid har det bland annat framkommit brister i dräneringsledningarnas kondition samt att vissa brunnar varit igensatta. Vidare låg grundvattenytans nivå vid detta tillfälle 0,5 m under markytan. Man har dock konstaterat att systemet i stort fungerat men föreslagit en långtidsuppföljning.



DRÄNERINGSLEDNING UNDER BTG-PLATTA

- 1 BETÄCKNING RSK 2938
- 2 ASFALT
- 3 IGTJNING EFTER HÖJD- OCH LÄGESBESTÄMNING
- 4 BETONGPLATTA
- 5 FINSINGEL
- 6 OSORTERAT FyllnadSGRUS
- 7 100MM DRÄNERINGSLEDNING
- 8 BEF. MARK



DRÄNERINGSDIKE

- 1 50 MM MATJORD
- 2 100
- 3 FINSINGEL
- 4 OSORTERAT FyllnadSGRUS
- 5 100MM DRÄNERINGSLEDNING
- 6 BEF. MARK

Figur 9. Detaljer från radhusområdet: Entreprenör Anders Diös.

4.2.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Dagvattensystemet i Södra Margretelund har blivit ett stort problem för kommunen. De sättningar som utbildats i framför allt kedjehusområdet har lett till att några av dagvattenmagasinens tömningsvägar så gott som helt avskurits. Ytterligare ett problem har varit att dokumentation av anläggningarna till en del saknats - entreprenören som påbörjade utbyggnaden har gått i konkurs.

Kommunen har i samråd med konsulten valt att, i de delar där problemen idag är akuta, bygga ut en grunt lagd (till viss del isolerad) betongledning parallellt med magasinerna och inhuggen nära botten på intagsbrunnarna för att säkerställa dagvattenavledningen. Magasinens tömningsväg går ej att kontrollera eller rensa och förmodligen har på grund av sättningarna dessa satts ur funktion.

Då schaktarbeten nu företagits (årsskiftet 79/80) för den kompletterande ledningen kom, då man nått fram till första magasinet, detta att tömmas momentant. Vid dessa arbeten kunde man vidare fastställa att magasinets fyllningen - fraktioner 20-30 mm - lagts ut som avsetts samt att fyllningsmaterial, som påförts området, lagts direkt på vegetations-skiktet för att hålla massorna separerade från underliggande lösa jordarter.

4.2.5 Synpunkter från entreprenör

Entreprenörens synpunkter har ej inhämtats.

4.2.6 Nederbördsförhållanden vid besöket

Observationer från närmaste nederbördsstation visar att det veckan före besöket fallit totalt ca 22 mm regn varav närmare 20 mm under ett dygn tre dagar innan besöksdagen. Under själva besöksdagen föll 16,7 mm regn.

4.2.7 Platsbesök vid Södra Margretelund

Egna iakttagelser:

Som framgår av nederbördsuppgifterna regnade det själva be-

söksdagen. Många regnvattenbrunnar inom området stod vattenfyllda och vid den del där problemen är mest uttalade var det stora vattensamlingar, se figur 10 och 11. Vattenföringen i dagvattenledningen från området var måttlig.



Figur 10. Igensatt regnvattenbrunn.

Sättningarna har medfört att man vid många fastigheter varit tvungen att lägga till ett extra trappsteg vid entrén. Plattsättningar och uppsprucken asfalt visar också på dessa



Figur 11. Överbelastat perkolationsmagasin.

problem. Vid ett magasin är marken så vattensjuk att vegetationen blivit klart hämmad. Samtidigt med besöket företogs länsning - med pumpar - av de värst utsatta magasinerna. Några intagsbrunnar visade sig vara igensatta av slam och annat material. Vid pumpuppehåll steg vattennivån i de berörda magasinens regnvattenbrunnar relativt snabbt, vilket visar att magasinerna står vattenfyllda under långa regnperioder.

Synpunkter från boende:

Fastighetsägare har olägenheter med vattensamlingar flera dygn efter ett regntillfälle. De värst drabbade har under översvämningstillfällena haft svårigheter att torrskodda ta sig från och till sina fastigheter. Vegetationen på dessa fastigheter har även hämmats. Villaföreningen i området har arbetat hårt för att få problemen åtgärdade.

4.3 Kristianstads kommun

4.3.1 Allmänt

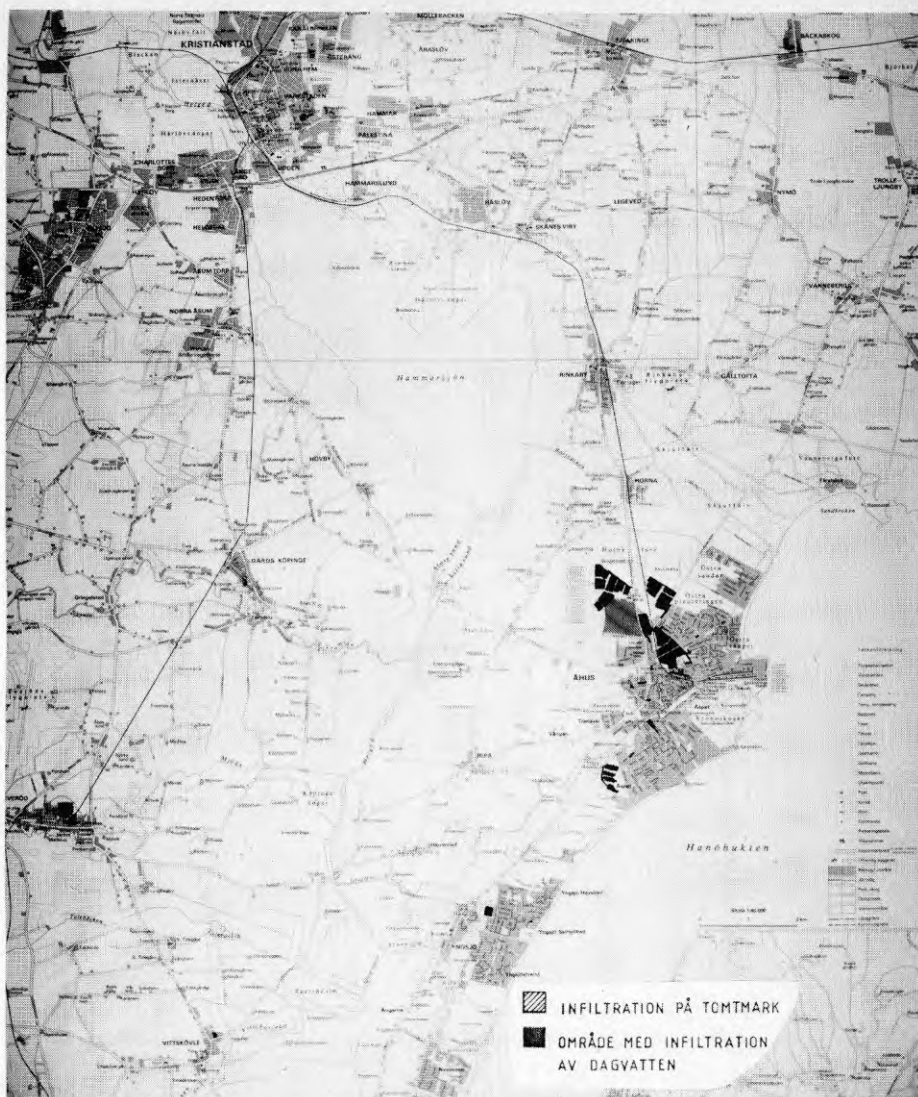
Kristianstads kommun är belägen i nordöstra Skåne. Besök gjordes i kommunen 79-11-27. Infiltrations- och perkolationsanläggningar har byggts kommunalt sedan i slutet av 60-talet. Från översiktskarta, figur 12, framgår var anläggningarna finns.

Eftersom det ej funnits så mycket material och erfarenheter kring LOD-anläggningar har kommunen prövat sig fram och utnyttjat erfarenheter från utförda anläggningar.

4.3.2 Geologi

De geologiska formationerna inom kommunen består i huvudsak av sand vilket lämpar sig väl för infiltration.

Grundvattennivån ligger omkring 3 m under markytan. Färskvatten för Kristianstads behov tas huvudsakligen från borrhållsbrunnar. Dessa är borrhålls till ett djup



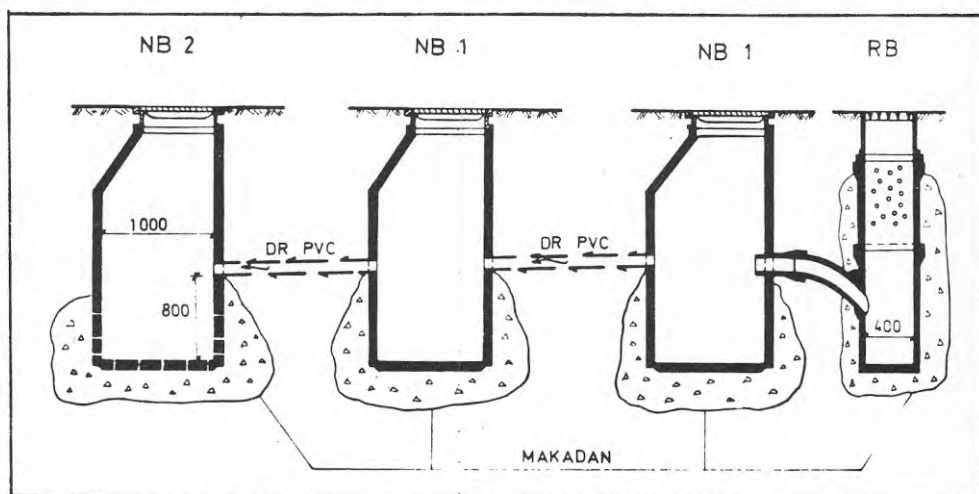
Figur 12. Översiktskarta över Kristianstad.

på mellan ca 10-100 m och slutar antingen ovanför, i eller under kalkberget, som utgör gräns mellan ett övre och ett undre grundvattenmagasin. Under kalkberget finns ett lager glaukonitsand som är mycket vattenförande. Kring varje vattentäkt finns skyddszon med tillhörande skyddsföreskrifter fastställda av länsstyrelsen. Dessa skyddsföreskrifter kan tolkas så att på vissa områden något dagvatten ej får infiltreras.

Några mätningar av hur grundvattennivån fluktuerar i den övre akviferen görs inte och därmed har ej kunnat fastställas om LOD-systemen givit några förändringar på grundvattennivån.

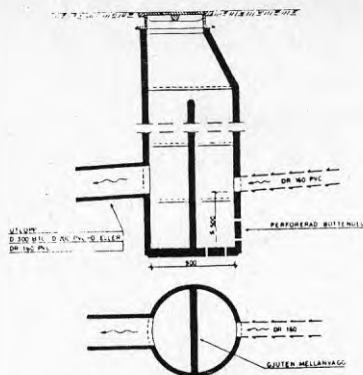
4.3.3 Teknisk utformning

Utformningen av anläggningarna inom kommunen varierar. I figur 13 visas utformningen av en perkolationsanläggning. Anläggningen är utformad så att dagvattnet från gatorna leds via rännstensbrunnar med vattenlås till ett ledningsnät bestående av dubbla dräneringsledningar. Nedstigningsbrunnarna har slamfickor med perforerad bottendel och fungerar därigenom som infiltrationsbrunnar. Anläggningen kan förses med bräddavlopp.

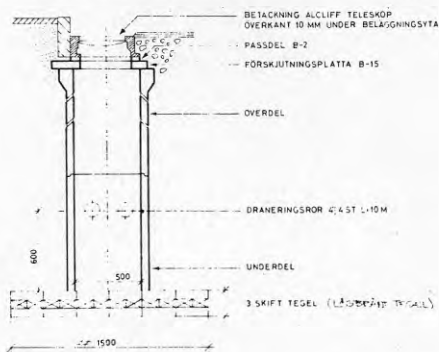


Figur 13. Exempel på utformning av perkolationsanläggning i Kristianstad. Projektör: Kristianstads kommuns gatukontor (Eriksson, Lindvall 1978).

I figur 14 visas en infiltrationsbrunn som används i sluttande terräng med ansluten dräneringsledning och perforerad bottendel. Brunnen är försedd med betongplank varigenom dämning av systemet erhålls. Ovanför liggande ledningar måste vara helt fyllda innan bräddning sker. Bräddning kan ske till befintlig dagvattenledning av mindre dimension. Anläggningen används för avvattning av gator och parkeringsytor.



Figur 14. Infiltrationsbrunn. Projektör: Kristianstads kommuns gatukontor (Eriksson, Lindvall 1978).



Figur 15. Infiltrationsbrunn. Projektör: Kristianstads kommuns gatukontor.

Figur 15 visar en annan typ av infiltrationsbrunn. Till brunnen finns anslutna dräneringsrör. Brunnen står på tre skift av tegel och har perforerad överdel. Den tekniska utformningen av enskilda anläggningar där fältstudier genomförts finns redovisad under kapitel "platsbesök för respektive område".

4.3.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Infiltrationsanläggningar började byggas i Kristianstads kommun i slutet av 60-talet. Anledningen till att man började intressera sig för detta sätt att omhänderta dagvattnet berodde delvis på att nivåskillnaderna inom vissa områden var så små att pumpning av dagvattnet var

nödvändig. Att anlägga pumpstationer är kostsamt och LOD-anläggningarna minskade kostnaderna avsevärt. Ekonomiska vinster gjordes också genom att mindre ledningsdimension kunde användas. LOD-system användes också då långa ledningar fordras för transport av dagvatten.

Eftersom kunskaperna om LOD-anläggningar var små i början gjordes en del misstag. I det första område som anlades uppstod problem i samband med att omgivande jordmaterial trängde in i makadambädden omkring brunnarna. Orsaken till detta var att fiberduk inte hade använts. Tidigare var det ej så vanligt att sådan utnyttjades för att förhindra inträngning utan oftast användes byggplast. Numera har man helt övergått till att använda fiberduk. Vid ett tillfälle har fiberduk använts runt hela makadambädden men resultatet av detta har ännu ej utvärderats.

Både anläggningar för takavvattning och vägavvattning finns inom kommunen och utbyggnaden fortsätter.

Kommunen påpekar också att det är av vikt att viss tillsyn och skötsel förekommer regelbundet. Flera spolbilar finns för rengöring av dräneringsledningar och brunnar. Redan under byggnadsskedet bör försiktighet iakttas så att magasinerna ej skadas. Oförsiktig framfart med lastmaskiner kan ge skador både på magasin och ledningar. Ledningarna kan också skadas vid återfyllnadsarbetet.

Andra problem under byggnadsskedet har att göra med att betongblandare ställs för nära magasin/rännstensbrunnar så att betong och sand ger igensättning. Vanligtvis spolras brunnarna efter asfaltering av gator och vägar, varför igensättning av den anledningen normalt ej utgör något större problem. Tidigare förekom endast sporadisk spolning av ledningarna och då endast när det redan blivit stopp. Numera sker regelbunden spolning av samtliga anläggningar minst en gång per år.

Inom områden med anläggningar för takavvattning åligger det fastighetsägaren själv att vidtaga åtgärder så att igensättning ej sker. Vanligtvis vidtas ej några åtgärder förrän problem uppstår.

Ytterligare en åtgärd från kommunens sida för att förhindra igensättning är den sopning av gator och vägar som utförs varje vår och höst. Inom områden med mycket barr- och lövträd utförs sopning 4 gånger/år. Tallbarren ansamlas längs vägkanten och transporteras via rännstensbrunnarna in i systemet varvid de fastnar i dräneringsrörens hål. Eventuell igensättning avhjälpas relativt enkelt genom spolning. Vid några tillfällen har översvämningar inträffat. Detta förekommer ibland i lågpunkter då ovanförliggande brunnar varit helt fyllda. Likaså har det förekommit äldre anläggningar som varit underdimensionerade. Dessa anläggningar har kompletterats med dräneringsledningar vilka dragits ut till angränsande grönområden.

Ett annat problem har att göra med den risk för fuktskador som uppstår då takvattenmagasinen ligger för nära husväggen. Källaröversvämningar har förekommit där undergrunden varit dålig (t ex pinnmo) och där grundvattenytan legat för nära markytan. Magasinens kapacitet minskar väsentligt om deras botten står i direkt kontakt med grundvattenytan. Dessutom påverkas dräneringens funktion då magasinerna placeras för nära husets grundvägg.

Den typ av anläggning som kommunen anser fungerat bäst är den som presenterades i figur 14. Brunnen är här försedd med ett tätat betongplank så att när vattnet går över betongplanket skall ovanförliggande ledningar vara helt fyllda. Vid ett system med flera brunnar erhålls en stor magasineringsvolym. Slutbrunnen bör anläggas i eller nära grönområde så att möjlighet finns för översilning eller utökning av infiltrationssystemet. I annat fall bör bräddning kunna ske till t ex äldre jordbruksledning, dagvattenledning eller öppet dike.

Kostnaderna för ett sådant system anses vara av samma storleksordning som för traditionella system. Normalt vållar tjälen inga problem men risken för att magasinet fryser ökar om brunnarna ej är utrustade med vattenlås, ty då kommer den kalla luften lättare in i magasinet.

Sammanfattningsvis kan sägas att kommunen ser positivt på användandet av LOD-system och fortsatt byggande förekommer. Metoden får dock betraktas som en andrahandslösning och används endast då traditionella metoder för omhändertagande av dagvatten ej är ekonomiskt försvarbara.

4.3.5 Nederbördsförhållanden vid besöket

Nederbördsobservationer utförs både i Kristianstad och Åhus. De 4 sista dagarna före besöket föll 11,8 mm i Kristianstad och 7,5 mm i Åhus. Därav föll 3,2 mm resp 2,1 mm besöksdagen.

4.3.6 Platsbesök vid Öllsjö gård

Egna iakttagelser:

Området Öllsjö gård uppfördes 1975. Stora delar av området utgör rester av en gammal grusgrop som planerats och iordningställt för bebyggelse. Denna består i huvudsak av villor utan källare. Från planritning (se figur 16) framgår att området uppdelats i två delområden. Inom det ena något högre belägna området, gata A och B, infiltreras allt takvatten på respektive hus-tomter. Dagvattenavledningen från gatuytan sker genom dränerings-(infiltrations-)ledningar och nedstigningsbrunnar med perforerad bottendel av samma typ som visas i figur 14. Det andra området är anlagt med traditionellt duplikatsystem och tomterna utmed gata C och D har försetts med dagvattenservis.

Inom området finns få träd och buskar vilkas löv och barr kan förorsaka igensättningar.



Figur 16. VA-plan för området Öllsjö Gård.

Vid de hus som är utrustade med magasin för takavvattning har man haft en del problem med anläggningarna. Dessa magasin anläggs av husägaren själv (eller av byggmästaren) vilket medför att kommunen ej har kontroll över magasinerna. Vanligtvis mynnar stuprören här i ett cementrör fyllt med magasininsfyllning.

I gatorna finns dräneringsledningar och nedstigningsbrunnar vilka tar hand om dagvattnet. Nedstigningsbrunnarna har försetts med betong-plank varvid dämning av systemet erhålls uppströms. Som magasin utnyttjas ledningarnas och brunnarnas kringfyllning. Den lägst liggande brunnen i systemet har utformats så att bräddning kan ske till det konventionella systemet.

Vid besöket var brunnarna mycket rena vilket kan bero på att de spolats två veckor tidigare.

Synpunkter från boende:

Vid intervjuer framgick att flera husägare haft problem med magasinerna. Någon hade tvingats utrusta magasinet med en 5 m lång dräneringsledning som förts ned i marken för att öka anläggningens kapacitet. Andra har haft problem med magasinerna där dessa varit placerade under altanen. Sättningar har förekommit varvid man blivit tvungen att lägga om altanen. De flesta anläggningarna på tomtmark är av estetiska skäl täckta med gräs eller placerade under altanen. Där källare fanns hade fuktproblem förekommit, beroende på att magasinet placerats för nära husväggen. Husägarna sade sig misstänka byggmästarna för att de endast ser till att anläggningen ej blir estetiskt störande och för att de visar mindre intresse för ett riktigt genomförande.

4.3.7 Platsbesök vid Horna Fure-området

Detaljbeskrivning av geologin inom Horna Fure:

Geologiskt kan området beskrivas som en flack isälvsbildning som omlagrats genom svallning och delvis täckts

av flygsand. Jordens övre del består av en typisk brunjord med ett tunt vegetationstäckte ovanpå 0,2 - 0,5 m sandig mylla. Myllan överlagrar ett 0,3 - 1,0 m mäktigt skikt av sand som lokalt är stenigt och grusigt. Under detta skikt består jorden av en grå till vit, något grymig grov- och mellansand. Denna sand sträcker sig ned till cirka 2-4 m och överlagrar en vit finsand.

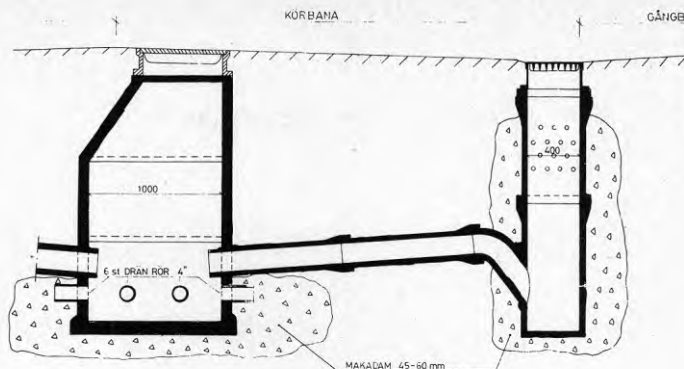
Grundvattenytan anses ligga omkring 3 meter under markytan.

Teknisk beskrivning av anläggningarna vid Horna Fure:

Den del av området som besiktigades omfattade gator som är anslutna till systemet (se figur 17). Dessa anläggningar är de äldsta i kommunen och utfördes 1967. Anledningen var i huvudsak att kommunen skulle slippa anlägga långa ledningar för att avleda dagvatten. Ursprungligen utfördes ett dagvattensystem med infiltration från varje rännstensbrunn. Detta byggdes om 1972 och tanken var att göra infiltrationsanläggningen tillgänglig för kontroll och skötsel, vilket är mycket viktigt för den framtida funktionen.

Två rännstensbrunnar var kopplade till varje infiltrationsbrunn. Infiltrationsbrunnens utformning redovisas i figur 18. Brunnarna är utrustade med slamfickor och de sex korta dräneringsrören leder ut vattnet i den fyllnad av makadam som finns runt brunnen. Enligt ritningen skulle nedstigningsbrunnarna varit placerade i trottoaren längs Pallers väg. Detta har ej varit möjligt att genomföra beroende på alla de elledningar som fanns där. Nedstigningsbrunnarna har därför blivit placerade i mitten av vägen där de i högre grad utsatts för vibrationer från trafiken (jämför figur 6).

Stora sättningar uppstod kring nedstigningsbrunnarna. Makadambädden kring brunnarna har ej varit täckt med byggplast vilket medfört inträngning av omkringliggande material varigenom sättningar blivit följden. Sedermera användes plast kring brunnarna.



Figur 18. Infiltrationsbrunn

I några utsatta lågpunkter uppstod problem i form av översvämning av gatan som följd. Detta löstes provisoriskt under kort tid genom koppling till spillvatten-nätet men ändrades därefter genom att en infiltrations-ledning längs gatan till närmsta grönområde med en nedstigningsbrunn i slutpunkten utfördes.

Egna iakttagelser:

Bebyggelsen inom området består av traditionell villa-bebyggelse. Vegetationen inom tomtmark består ofta av tallar och buskar.

Brunnarna inom området var mycket rena. Inga tecken på oljeföroreningar fanns trots att det är vanligt att villaägarna tvättar sina bilar stående på garageutfar-terna, så att tvättvattnet förs till anläggningen.

Vid inspektion av ovan nämnda nedstigningsbrunnar som placerats i grönområdet efter ombyggnaden kunde det konstateras att dessa aldrig varit i funktion. Tydligen har det hittills varit tillräckligt med den utlagda in-filtrationsledningen.

4.3.8 Platsbesök vid vattentornsområdet

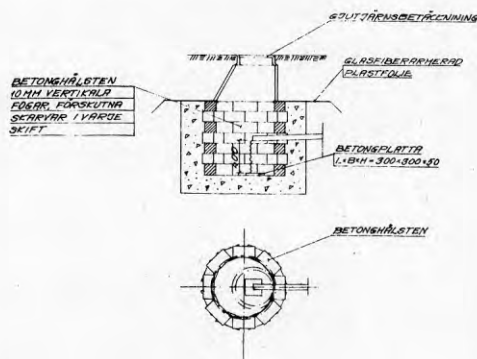
Egna iakttagelser:

Inom kvarteret Kabysen finns en barnstuga belägen,



Figur 19. Översigtskarta för etappindelning av vattentornsområdet.

vars tak och parkeringsplats avvattnades med en något speciell brunn. Området redovisas i figur 19 och kan hänföras till utbyggnadsetapp III. Vidare redovisas infiltrationsbrunnens utformning i figur 20. Infiltrationsbrunnen består av betonghålsten som staplats på varandra med förskjutna skarvar i varje skift. Botten på brunnen utgörs av en makadamfyllning och 40 cm under inloppsröret är en betongplatta placerad, vilken skall dämpa vattenstrålen. Problemen med denna typ av brunn är att vattenstrålen kan hamna utanför plattan, varvid brunns botten skadas. Dessutom är brunnen svår att suga ren med slamsugningsbil vid igensättning eftersom makadamfyllningen lätt kan följa med.



Figur 20. Infiltrationsbrunn

Inom vattentornsområdet byggs fortfarande perkoaltions-system. Besök gjordes också vid ett område som var under uppförande. Området benämns Etapp II och redovisas i figur 19. Här skall takvattnet infiltreras på tomt-mark.

Vatten från gatorna leds via dagvattenbrunnar till nedstigningsbrunnar, vilka är förbundna med varandra genom infiltrationsledningar. Slutbrunnen är placerad i grönområdet. Gatorna inom området används som arbetsplats. På många ställen fanns byggnadsmaterial upplagt på gatorna. I enlighet med vad kommunen tidigare sagt under

dagen, stod betongblandare mycket nära dagvattenbrunnarna. Några av dagvattenbrunnarna var täckta med skivor för att inte allt för mycket sand och skräp skulle falla ned.

Synpunkter från driftspersonal och byggnadsarbetare:

Vid besöket utfördes en ledningsspolning med en av kommunens spolbilar. Personalen som skötte spolningen påpekade att största problemet var tallbarren men att även fettbeläggningar, olja, gummiskrot och cementslam kan vålla problem. Områden där ledningsgraven återfyllts med befintligt material tycks fungera bäst. Samtidigt påpekade de att spolningen gjorde stor nytta för magasinens funktion. Detta kunde också konstateras vid inspektionen av en brunn som tydligen inte blivit spolad på länge. Här kunde man se att halva infiltrationsledningen var fylld med slam och barr. Brunnen som var placerad i en låg-punkt hade fungerat otillfredsställande.

Vid intervjuer med byggnadsarbetare framkom att de inte var orienterade om hur dagvattenanläggningarna var utformade inom området samt hur anläggningarna bör skyddas under byggnadstiden.

4.4 Skurups kommun

4.4.1 Allmänt

Skurups kommun är belägen i södra Skåne cirka 3,5 mil öster om Malmö. Kommunen besöktes 79-11-29. Inom bostadsområdet Hylltaskog har kommunen anlagt magasin för infiltration av takvatten. Anläggningarna är relativt nyanlagda. Först 1977 stod första utbyggnadsetappen av området färdigt, se figur 21.

För att få bättre kunskap om följderna av takvatteninfiltration utreddes förutsättningarna genom infiltrationsförsök i full skala innan byggandet påbörjades. Resultaten från undersökningen finns redovisade i rapport "Skurups kommun, Hylltaskog. Infiltration av takvatten" (VIAK AB, 1977).

4.4.2 Geologi

Hylltaskogområdet utgörs av kuperad åkermark. Jordlagren består främst av moränlera - lerig morän vari oregelbundna skikt av lera, silt och sand kan förekomma. Området är rikt på dödisgropar med lager av gyttja, dy och torv med skiftande mäktighet. Grundvattenytan i de övre jordlagren är normalt belägen ett par meter under markytan.

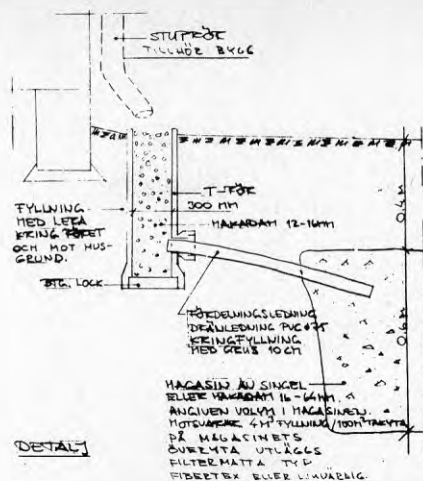
4.4.3 Teknisk utformning

Perkolationsmagasinen inom Hylltaskogsområdet är utförda så att 4 m³ fyllning motsvarar avvattning från 100 m² takyta, se figur 22. På magasinets överyta ligger en filtermatta som hindrar inträngning av ovanliggande material. Vattnet från tak leds via makadamfyllda T-rör till perkolationsmagasinet, T-rören är motfyllda med lera för att minska risken för fuktskador på husgrunder.

Denna typ av betongbrunn anses bättre än de varianter där stupröret leds ned i en brunn med tätslutande lock varvid mindre möjlighet finns till bräddning över markytan vid häftiga regn.



Figur 21. VA-plan för Hylltaskogsområdet i Skurup (projektör: BPA Produktion AB).



Figur 22. Utformning av magasin för takavvattning inom Hyltaskogområdet i Skurup (Projektör: BPA Produktion AB).

4.4.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

I Skurups kommun har man ej använt sig av LOD-anläggningar tidigare. Därför ställde man sig litet tveksam i början då perkolationsmagasin föreslogs för att omhänderta takvattnet från husen i det planerade Hyltaskogområdet. Orsaken till att dagvattensystemet inte skulle anläggas traditionellt berodde på de många dödishålor som fanns inom området. Kraftiga sättningar befarades om vattenbalansen stördes alltför mycket. För att få bättre kunskap om effekterna av takvatteninfiltration genomfördes en serie infiltrationsförsök.

4.4.5 Synpunkter från entreprenör

Första etappen av utbyggnaden av Hyltaskogområdet utfördes 1977. Några negativa effekter av anläggningarna har man ännu inte kunnat konstatera. Risk för översvämningar finns alltid innan vegetationen i grönyrtorna etablerat ett kraftigt rotsystem. Detta tar normalt tre år. Mindre vattensamlingar har dock förekommit under snösmältning och kraftiga regn men några direkta olägenheter har ej uppstått.

Många gånger reagerar de boende för synligt vatten från utkastare, t ex vid garage och upplever det som en olägenhet. Eventuellt kan pölbildning förhindras på sådana ställen genom att färdigt gräs placeras omkring utkastaren i stället för ny sådd eller plattläggning. Vidare påpekades att det är av stor vikt att magasinerna inte utförs förrän husen är på plats. Risken är nämligen stor att ledningar knäcks eller att magasin packas samman vid oförsiktig framfart med lastmaskiner och lastbilar.

För att öka markens infiltrationsförmåga ytterligare inom området rivs undergrunden upp med ett för ändamålet speciellt redskap innan matjorden läggs på plats. Ibland kan matjord komma ned i magasinerna beroende på oförsiktig framfart med maskinerna. Representanten från BPA medgav att han tidigare varit skeptisk mot användning av perkolationsmagasin eftersom han mött sättningsproblem i andra sammanhang, men efter att nu ha arbetat med denna typ av anläggningar är han mer positiv. Han kan inte se någon skillnad i tidåtgång för de två anläggningsmetoderna, men gynnsamma effekter kan konstateras på vegetationen och man tror sig ha förhindrat sättningsproblem.

Magasin är förmodligen inte alltid nödvändiga. Har gräs och vegetation fått fäste kanske det räcker med att stuprören förses med utkastare och översilning av gräsytan möjliggörs.

Viktigast är informationen till husägarna om anläggningen. Vanligtvis hålls ett informationsmöte med de boende när ett nytt område står inflyttningsklart. Informationsmaterialet blir tyvärr så stort vid dessa tillfällen att just en eventuell information om magasinerna försvinner i mängden.

4.4.6 Nederbördsförhållanden vid besöket

Under veckan före besöket föll 35 mm nederbörd i Skurup, därav 11,2 mm under besöksdagen.

4.4.7 Platsbesök vid Hyltaskogsområdet

Egna iakttagelser:

Husen inom Hyltaskogsområdet är grupperade längs återvändsgator och gemensamma parkeringsytor, figur 23. Gator och parkeringsytor avvattnas till traditionellt dagvattennät medan takvattnet avleds till perkolationsmagasin belägna under gräsmattorna på tomterna, vilka har givits möjlighet att brädda till dagvattennätet (se figur 21).

Vattnet från taken leds ned till makadamfyllda betongrör vilka står i förbindelse med perkolationsmagasinet. På vissa ställen där rören placerats i rabatter förekom en hel del matjord i makadamen. Några problem härmed tycktes ännu ej ha uppstått.



Figur 23. Återvändsgata inom Hyltaskogsområdet i Skurup.

Tvåplansvillorna inom området är utförda som souterängshus. Här har dräneringsledningar lagts kring husen och anslutits till dagvattenledning i gatan.

Synpunkter från boende:

Av intervjuerna framgick att de boende ej hade kännedom om att takvatten fördes till perkolationsmagasinen. Några olägenheter med anläggningarna har ej observerats. Här får man ta i beaktande vid utvärderingen att anläggningarna endast varit i drift i två år.

4.5 Malmö kommun

4.5.1 Allmänt

Malmö kommun besöktes 79-12-03. I kommunen finns två områden där perkolationsmagasin används för takavvattning och ett tredje är under uppförande. Anläggningar förekommer enbart för omhändertagande av takvatten. Orsaken till att anläggningar av denna typ inte används så ofta i Malmö beror dels på att grundvattenytan i många fall ligger nära markytan dels på att möjligheten finns att leda dagvattnet direkt till stadens kanaler.

4.5.2 Geologi

De geologiska formationerna inom kommunen består i huvudsak av moränlera med enstaka tunna sandskikt. Grundvattenytan befinner sig ett fåtal meter under markytan.

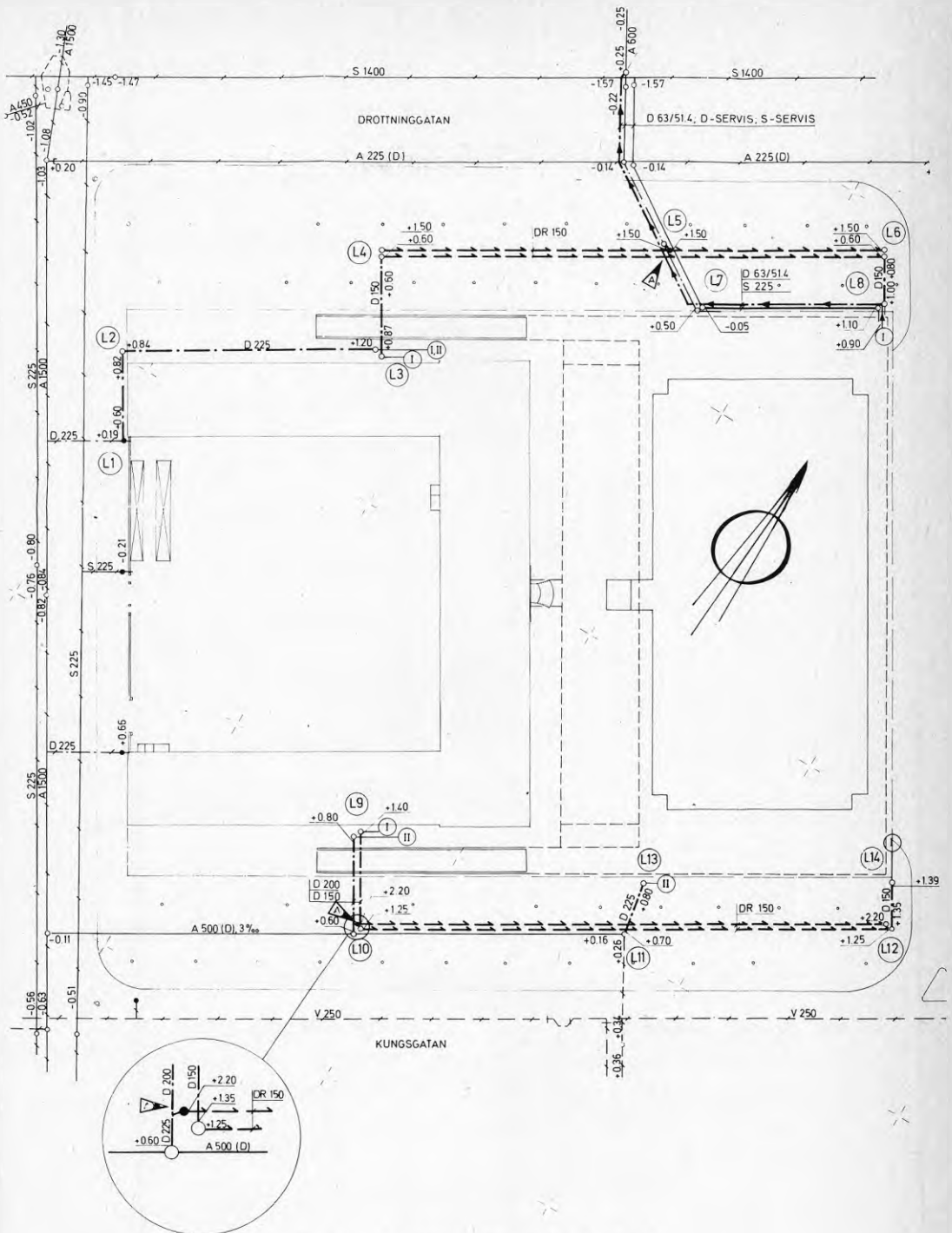
4.5.3 Teknisk utformning

Takvattnet från Landstatshuset i Malmö, figur 24, leds till två långa magasin belägna mellan trädraderna som kantar gångbanan vid två angränsande gator. Vattnet leds till en nedstigningsbrunn belägen i magasinets ena ände, och brunnen står i förbindelse med perkolationsmagasinet genom en infiltrationsledning ansluten till brunnens nedre del (se figur 25). Magasinet har också bräddningsmöjligheter genom en övre dräneringsledning som har förbindelse med en vattenlåsförsedd brunn som är ansluten till avloppsnätet.

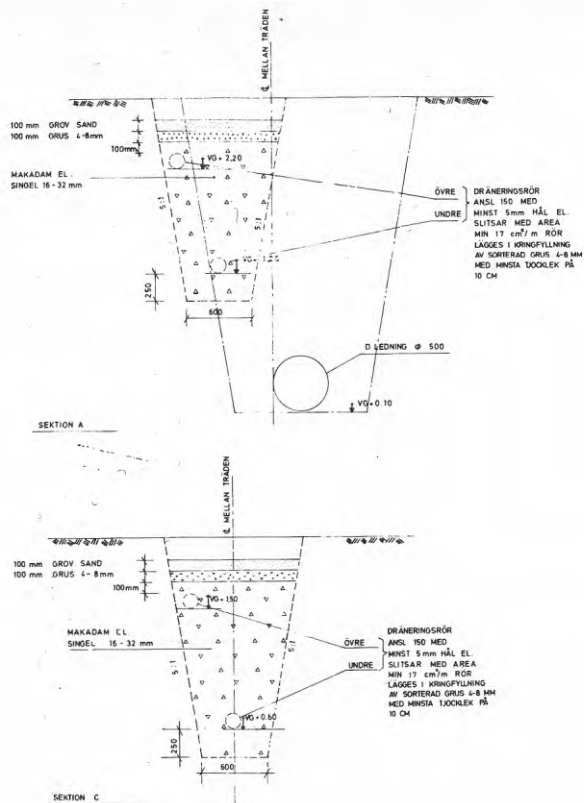
4.5.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Landstatshuset i Malmö byggdes ut 1972-1973. För att förhindra en pågående grundvattensänkning och därmed rädda de trädalléer som kantar gångbanan vid Kungsgatan och Drottninggatan beslutade man sig avleda vatten från alla taktor till perkolationsmagasin.

Målsättningen med att infiltrera dagvatten har vid samtliga anläggningar i Malmö varit att förhindra en grundvattensänkning.



Figur 24. VA-plan för Landstatshuset i Malmö
(Projektör: Orrje & Co Scandiaconsult).



Figur 25. Sektion genom magasin i anslutning till dagvattenledning.

Någon direkt skötsel eller översyn av infiltrationsanläggningarna görs ej. Det övriga dagvattennätet inom tätorten spolas vanligen en gång per år.

Under våren 1980 kommer flera magasin att byggas i anslutning till de ovan nämnda alléerna vid Landstatshuset. Detta sker i samband med att Landstatshuset byggs ut.

4.5.5 Nederbördsförhållanden vid besöket

Nederbörds mängden under veckan före besöket var 23 mm. Därav föll 0,5 mm under besöksdagen.

4.5.6 Platsbesök vid Landstatshuset

Egna iakttagelser:

Landstatshuset i Malmö består av 3-4 vånings byggnader med lutande tak täckta med målad plåt eller takpapp. Landstatshuset har garage vilket är beläget under marknivå. Eftersom grundvattenytan befinner sig strax under golvnivån i garaget har det utformats med möjlighet för vattnet att stiga upp över golvet. Detta inträffar inte så ofta.

Vid besöket var magasinen fyllda till strax under det övre dräneringsröret. Brunnarna får betraktas som rena. Takvatten innehåller i regel mycket mindre föroreningar än vägvatten vilket minskar risken för igensättningsproblem.

När det gäller bedömning av trädens kondition och vegetationen i övrigt var det kanske ej den rätta årstiden för besök. Skillnad i kondition hos träd i anslutning till magasinen och träd i övriga partier av allén kunde inte konstateras. Enligt uppgift har dock under vissa somrar träden i anslutning till magasinen varit i bättre kondition än de övriga.

Synpunkter från fastighetsskötare:

Av samtal med fastighetsskötaren för Landstatshuset framgick att denne var tveksam om vem som hade ansvaret för skötseln av anläggningarna. Perkolationsmagasinen är här placerade på kommunens mark. Vanligtvis får fastighetsskötaren driftsinstruktioner för skötsel av fastigheten men häri finns intet nämnt om systemet för takavvattning.

Enligt fastighetsskötaren har området aldrig översvämmats av vatten under den tid som anläggningen varit i funktion.

4.6 Lyngby - Taarbæk kommune

4.6.1 Allmänt

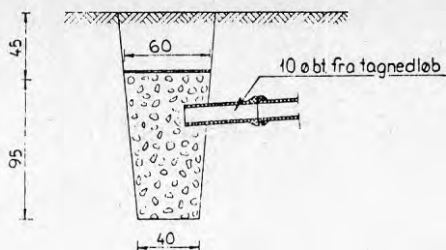
Lyngby-Taarbæk kommun besöktes 79-11-12. Kommunen är belägen i Danmark på Själlands östkust. Närheten till Köpenhamn har gjort att kommunens expansionsmöjligheter är begränsade. Avloppsvattnet från all bebyggelse samlas i kommunens ledningsnät varvid största delen av vattnet genomgår biologisk rening innan det släpps ut i Öresund. Någon infiltration av avloppsvatten förekommer ej här vilket det kan göra i vissa danska kommuner. Däremot finns en rad anläggningar för perkolation av takvatten och vatten från gator och vägar, cirka 18% av kommunens yta avvattnas med infiltrations- och perkolationssystem. Magasinen som används är vanligtvis anlagda med bräddavlopp till spillvattennätet men på några ställen finns magasin utan sådan konstruktion. Kommunen har egna dimensioneringsregler, se kap 3.2.

4.6.2 Geologi

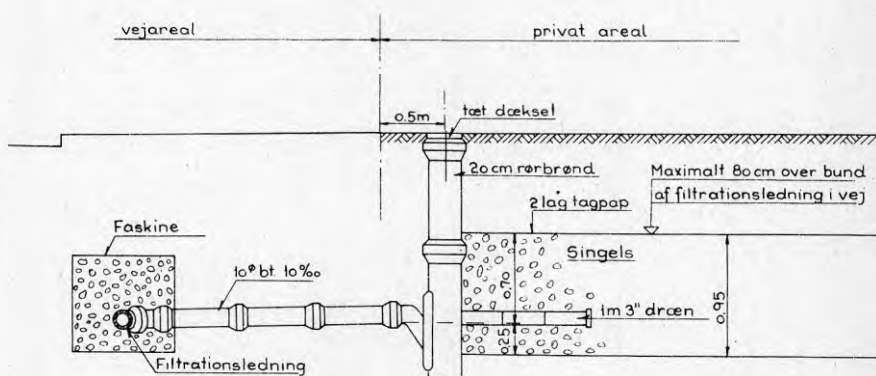
De geologiska förhållandena inom kommunen består i huvudsak av morän med mer eller mindre inslag av sand. Variationerna är dock stora och leran som förekommer utgöres ej av några sena avlagringar. Grundvattenytan finns på 1,5-8 m under markytan.

4.6.3 Teknisk utformning

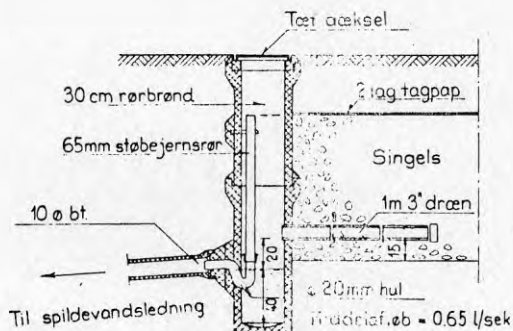
Magasinets utformning beror på vilken typ av vatten som skall infiltreras. Vid magasin för takavvattning där inget bräddavlopp behövs kan konstruktionen utföras enligt figur 26. Utloppet från takvattnet mynnar i en enkel makadam- eller singelbädd. Två lager tjärpapp ligger ovanpå magasinet för att hindra inträngning av finare material. Någon tjärpapp på sidorna används ej då jordartsförhållandena i regel är gynnsamma. I vissa fall kan bräddning från takvattenmagasin ske till gatumagasin, figur 27. Magasinet kan också göras så att möjlighet finns för bräddning till spillvattennätet, figur 28.



Figur 26. Enkel men vanlig utformning på magasin för takvatten i Lyngby-Taarbaek kommun.



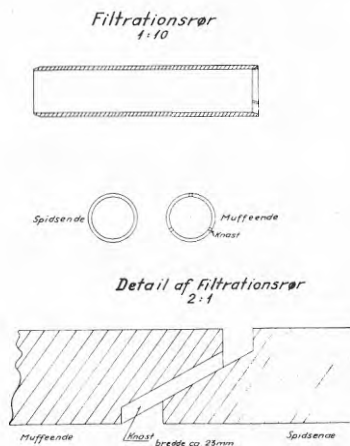
Figur 27. Perkolationsanläggning i vägutrymme med bränningsmöjlighet från takvattenmagasin.



Figur 28. Perkolationsanläggning med bräddavlopp till spillvattenledning.

För anläggning på tomtmark föreskrivs att magasinet skall anläggas mer än 5 m från boningshuset samt minst 0,5 m från vägområdets begränsning.

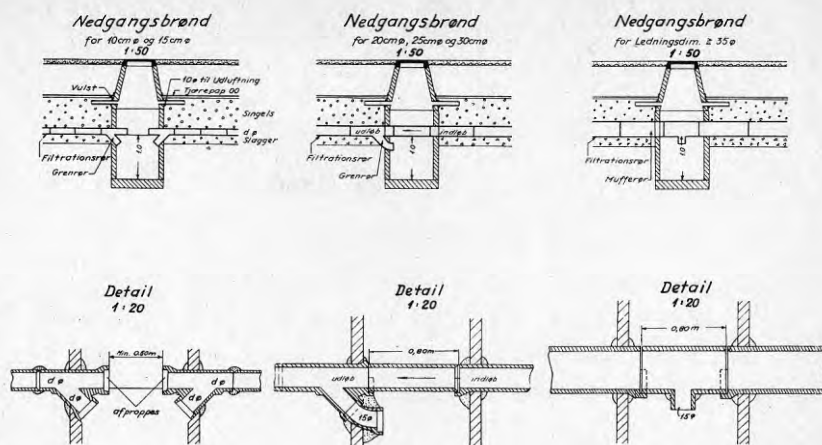
Vid avvattning av vägområden anläggs ofta långa och djupa magasin där botten utgörs av en makadambädd på vilken dräneringsrören läggs. Dräneringsrören överfylls sedan med singel tills magasinet erhåller full storlek. Rörens "knaster" fungerar som öppen fog och är avsedd för vattentransport in och ut genom röret, figur 29.



Figur 29. Utformning av infiltrationsrør

Gatumagasinen är ofta placerade under gång- och cykelbana och försedda med nedstigningsbrunnar. Utformningen kan variera och avståndet mellan brunnarna är 40-50 m.

Till nedstigningsbrunnarnas övre del mynnar en luftledning, figur 30. Inloppsröret och utloppsrören i brunnarna varieras beroende på bl a försök att frånskilja flytande föroreningar som olja, löv m m. Vanligtvis finns bräddningsanordning ansluten till spillvatten-nätet.



Figur 30. Utformning av nedstigningsbrunnar i perkolationsanläggning.

4.6.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

I början av 1970-talet upphörde utbyggnaden av LOD-anläggningar i kommunen. Detta berodde dels på att kommunen hade begränsade möjligheter att expandera, dels på restriktioner från Inrikesministeriet. Orsaken till restriktionerna var oklara och några sådana utfärdade av Inrikesministeriet har ej kunnat finnas.

Några direkta problem med anläggningarna har man ej haft. Vid något tillfälle har källaröversvämning förekommit men det tillhör ovanligheterna. Inga frysningsproblem har uppstått vilket beror på att magasinen vanligtvis är tomma under vinterperioden. Skötsel av anläggningarna utförs av kommunen genom att samtliga brunnar slamtöms två gånger per år. Anläggningar på privat mark sköts av fastighetsägaren. Skötseln kan mot en mindre kostnad överlåtas till kommunen. Vanligtvis inskränker sig fastighetsägarens åtgärder till rensning av stuprör och takerännor vilket ofta ej utförs förrän igensättningsproblemet blir akut. Ibland kan det förekomma att brunnarna och magasinen är fulla på grund av igensättning vid tidpunkten för slamtömning. Slamtömningen är normalt tillräcklig för att återställa anläggningens funktion.

Slutligen hävdar kommunen att skötselåtagandena beträffande dessa system ej är större än för traditionella dagvattensystem.

4.6.5 Synpunkter från konsult

Vid besöket hos konsultfirman Birch och Krogboe framkom att det inte projekteras mycket anläggningar för infiltration och perkolation längre. Något generellt förbud mot infiltration av dagvatten finns ej. På 70-talet har endast projektering av infiltrationsanläggningar gjorts till småhus. Möjligheterna att som projektör påverka utformningen av anläggningarna är små då kommunen i regel har normer och krav som måste följas.

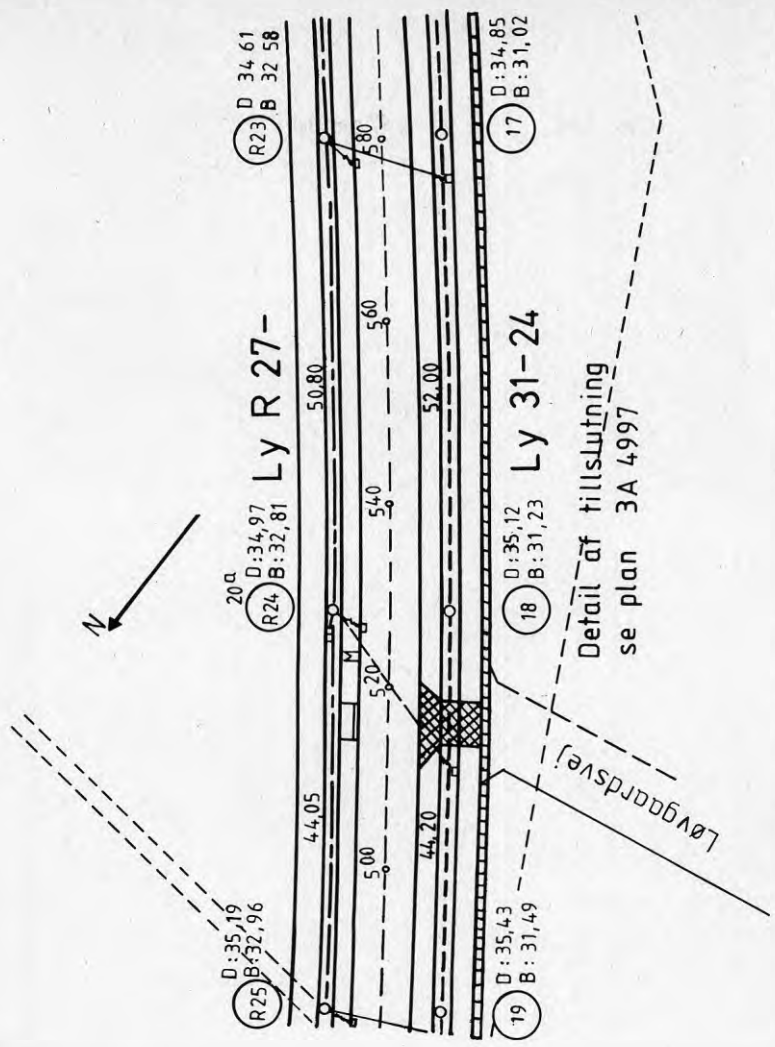
4.6.6 Nederbördsförhållanden vid besöket

Under de fem sista dagarna före besöket var nederbörds-situationen sådan att totalt föll 6 mm regn och därav 2 mm två dygn före och drygt 1 mm under besöksdagen.

4.6.7 Platsbesök vid Grønne vej

Egna iakttagelser:

För platsbesöket valdes området som avvattnas till perkolationsmagasin i Grønne vej. Inom detta område leds både tak- och vägvatten till magasin som finns i trottoaren. Bebyggelsen består både av flerfamiljshus och radhus. Radhusen är uppförda i tegel och saknar källare. Taken är i regel beklädda med takpapp. Takavvattningen sker via zinkstuprör som är placerade utanpå byggnaden. Till magasinet längs Grønne vej leds allt vatten från taken, vatten från matargatorna samt vatten från Grønne vej, se planritning figur 31. Grønne vej har rännstensbrunnar på bägge sidor av vägen medan perkolationsmagasin endast förekommer på ena sidan. Nedstigningsbrunnar finns på var 50:e m längs magasinet. Vid inspektionstillfället var brunnarna rena men samtliga brunnar innehöll vatten av varierande mängd.



Figur 31. Planritning över perkulationsanläggning längs Gröme vej i Lyngby.



Figur 32. I radhusområdet har gångvägar med goda infiltrationsmöjligheter anlagts.

Inom området är gångvägar, garageutfarter m m stensatta eller utförda på sådant sätt att goda möjligheter för infiltration skall föreligga, figur 32.

Synpunkter från boende:

Av en intervju framgick att det stått mycket vatten på gator i området. I ett hus förekom dessutom fuktproblem som man eventuellt ville sätta i samband med den höga vattenhalten i området under regnperioder. Tilläggas skall att huset är beläget i en slutpunkt av ledningssystemet och möjligen är denna del felkonstruerad. Problemet är således ej genomgående för hela området. En annan husägare kände väl till hur avvattning av tak och vägar var konstruerad. Någon rensning av brunnar hade han ej utfört sedan inflyttningen i mitten på 50-talet, men anläggningen fungerade fortfarande bra.

4.6.8 Platsbesök vid Danmarks Tekniska Högskola

Egna iakttagelser:

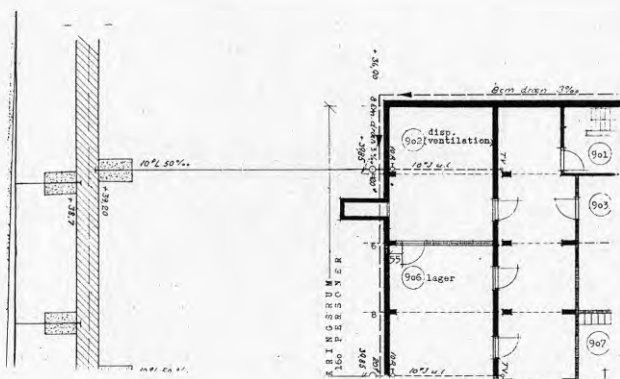
Under vistelsen i kommunen besöktes också Danmarks tekniska högskola. Det 106 ha stora högskoleområdet

började anläggas 1959 och stod helt färdigt 1973. Området sluttar mot norr och har planerats i terrasser så att husen ligger i grupper på plana markytor. Planläggningen har utförts så att största möjliga vattenmängd skall infiltreras direkt på platsen. På parkeringsplatserna används gräsarmeringsskivor vilket ger mycket goda möjligheter för infiltration.

Husen består av ett varierande antal våningar. Takbeklädningen är i regel takpapp och takrännorna är utrustade med "bladfångare". Byggnaderna är utrustade med källare.

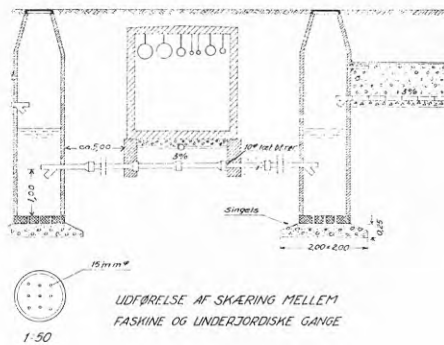
Synpunkter från driftpersonal vid högskolan:

Anläggningarna är byggda enligt kommunens anvisningar och utformningen framgår av figur 33 och 34. Systemet medger bräddning till en öppen naturlig damm som normalt är torrlagd. Torrläggningen av dammen beror troligen på ändrade avledningsförhållanden och på att det naturliga tilloppet försvunnit efter byggnationen. Någon bräddning av vatten till dammen sker enligt uppgift mycket sällan. Magasinens tömningstid är normalt ett par dygn efter att det fyllts vid kraftigt nederbördstillfälle. Slamtömning av brunnar sker 2 gånger/år.



Figur 33. Planritning över perkolationsmagasin vid Danmarks tekniska högskola (DTH).

Anläggningarnas funktion har under hela tiden varit god. Inga sättningar och inga fuktproblem har observerats.



Figur 34. Utformning av anläggning vid Danmarks tekniska högskola (DTH).

4.7 Tårnby kommun

4.7.1 Allmänt

Kommunen besöktes 79-11-13. Tårnby kommun med bl a flygplatsen Kastrup ligger söder om Köpenhamn. Kommunens möjligheter att expandera är kraftigt begränsade dels beroende av närheten till flygplatsen, dels beroende av att övriga delar av kommunen är helt utbyggda.

Enligt figur 35 är kommunen indelad i sex olika områden. Redan i början av 50-talet anlades infiltrationsmagasin för takvatten i område 1. Dessa är utformade som enkla stenmagasin och har fordrat liten tillsyn. Efterhand har övriga områden byggts ut och område 5 och 6 färdigställdes under 60-talet och början av 70-talet. Takvattemagasin förekommer inom alla sex områdena. Kommunens bestämmelser säger att takvatten och gatuvatten vid infiltration skall ledas till separata magasin och någon bräddningsmöjlighet från dessa till spillvattennätet får ej förekomma. Inom kommunen betraktar man gatuvattnet som spillvatten och därför anses det ej vara lämpligt att ta hand om gatu- och takvatten i samma magasin. Dock anser man sig kunna infiltrera gatuvatten



Figur 35. Karta över områdesindelning inom Tårnby kommun.

vilket görs i huvudsak i områdena 5 och 6. Det åligger fastighetsägaren att efter kommunens riktlinjer ordna dagvattenanläggningarna på fastighetsmark. I § 41 i "Retningslinier vedrørende afløb fra ejendomme" står följande om takavvattning:

ad § 41, stk 9c Afledning af tagvand udover det omkringliggende teraen må ikke finde sted i nærheden af beboelsebygninger. Tagrender og tagnedløb fra skure, halvtage, garager o l kan undlades, når det bebyggede areal ikke overskrider 25 m².

ad § 41, stk 12 Stenfaskiner skal have et rumfang på mindst 0,5 m³ pr påbegyndt 50 m² tagflade.

Stenfaskiner må ikke anbringes nærmere naboskel end 2,0 m, og må almindeligvis ikke udføres nærmere byggelinien end 0,5 m.

Kommunen har också tagit fram riktlinjer för dimensionering av vägavvattning, se kapitel 3.6.

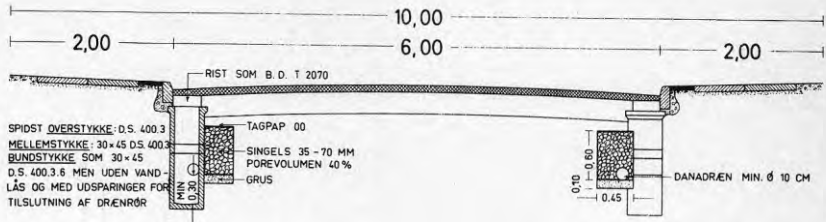
4.7.2 Geologi

Geologin inom området består i huvudsak av lera med inslag av sandlinser. Två grundvattenakviferer förekommer. Grundvattennivån varierar inom kommunen men några regelbundna mätningar förekommer ej. Den övre akviferen uppskattas ligga på en nivå av omkring 5 m under markytan. Kring vattentäkterna finns ett skyddsområde på 300 m där ingen infiltration får ske.

4.7.3 Teknisk utformning

Några principritningar över magasin för takavvattning fanns inte att tillgå. Eftersom takvattenmagasin anläggs av fastighetsägaren upprättas det ej alltid några ritningar utan dessa utförs genom byggmästares erfarenhet. För vägavvattning används ofta fördröjningsmagasin av typ som visas i figur 36. I botten av magasinet finns ett gruslager varpå dräneringsröret ligger. Magasinfyllningen utgörs av singel 35-70 mm. Magasinet är övertäckt med takpapp och ett dräneringsrör förbinder magasinet med rännstensbrunnen. Avståndet mellan rännstens-

brunnarna bör ej överstiga 40 m. Husens dränering får som tidigare nämnts ej anslutas till avloppsnätet. Nivåskillnaderna inom kommunen är små och i stort sett allt vatten måste pumpas för att kunna avledas. Undantag från detta finns dock i område 1, 2, 3 (se figur 35).

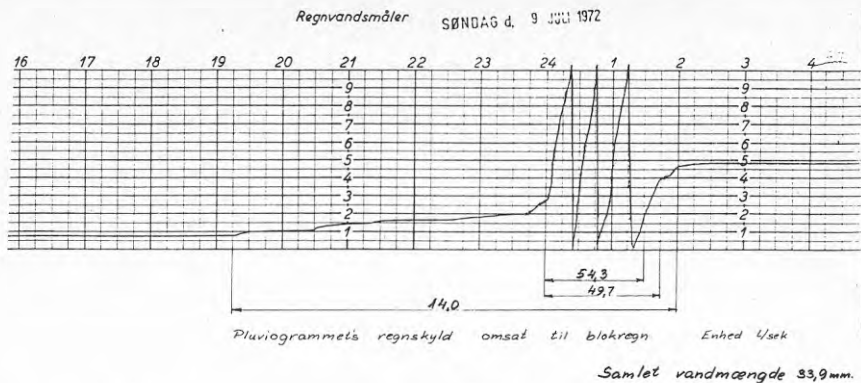


Figur 36. Fördröjningsmagasin för vägvattning i Tårnby kommun.

4.7.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Tårnby kommun har anlagt magasin för tak- och vägvattning sedan början av 50-talet. Under 60-talet byggdes de flesta anläggningarna. Endast enstaka magasin byggs nu, vilket främst beror på att kommunens möjligheter att expandera är mycket små.

I kommunen anses att de flesta anläggningarna har fungerat bra, takvattenmagasinen i stort sett utan tillsyn. Översvämningar har förekommit vid några tillfällen. I figur 37 visas ett regn den 9 juli 1972, som gav översvämningar. Detta regn utgör ett av de 4 regn som förorsakat översvämningar under perioden 1972-1979. Den farligaste situationen uppstår då flera regntillfällen inträffar med tät följd och magasinen ej hinner tömmas. På grund av översvämningens risker har man undvikit byggnader med källare i område 5 och 6. Översvämningarna beror främst på att magasinen varit för små men det anses ändå att magasinen fungerar tillfredsställande. Kommunen har ej haft flera klagomål som kan hänföras till magasin än som kan hänföras till ledningar.



Figur 37. Eksempel på ett regn som förorsakat översvämningar, 9 juli 1972.

Vid observationer har framkommit att vid riktigt kraftigt regn når ej allt regn magasinen därför att vattnet då rinner över hängrännorna eller stiger över kantstenen.

Problemet har också förorsakats av frysning i magasin. Detta kan inträffa vid snösmältning eller vid regn då marken är tjälad. Detta kan inträffa årligen. Kommunen är noga med att dricksvattnet skall skyddas från de föroreningar som i synnerhet vägvattnet innehåller. En skyddszon på 300 meter från vattentäkt används. Samtidigt påpekas att inom kommunen finns i huvudsak lerjordar vilket minskar risken för att föroreningarna sprids.

Sopning och snöröjning utförs endast på de större vägarna då det åligger fastighetsägarna att sköta detta på mindre gator och vägar. Detta ställer till problem under vintrarna då långt ifrån alla gator snöröjs.

4.7.5 Nederbördsförhållanden vid besöket

Nederbördssituationen före och under besöket i Tårnby är densamma som redovisas i kap 4.6.6 för Lyngby.

4.7.6 Platsbesök inom kvarteret Olufsgaard

Egna iakttagelser:

Inom område I finns de äldsta anläggningarna (se fig 35).

Den del av området som inventerades bestod av 2-3 vånings hyreshus.

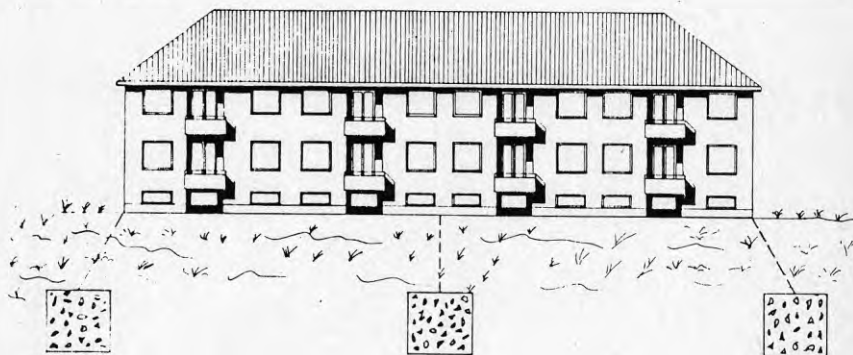
Kvarteret Olufsgaard byggdes 1948 och på innergården finns stenmagasin för takavvattning anlagda. Planritningar redovisas i figur 38. Stenmagasinen är vardera på $1,5 \text{ m}^3$ och ligger 4 m från husvägg samt 0,5 m under markytan. Magasinen är täckta med papp. Några synbara brister på anläggningarna kunde inte konstateras.

Synpunkter från fastighetsskötare och boende:

Fastighetsskötaren för kvarteret Olufsgaard kontakades varvid han berättade att stuprören varje år rensas från löv och skräp men att det för övrigt ej görs något med anläggningarna. Några problem har ej observerats, ej heller har klagomål från de boende förekommit. Vid några garage fanns stuprör med utkastare vilket är tillåtet att använda i Tårnby kommun om takytan ej överstiger 25 m^2 .

Vid intervjuer med befolkningen framkom inga uppgifter som talade för dålig funktion hos infiltrationsanläggningarna.

Ett hastigt besök gjordes också i område 6. Några speciella problem kunde ej heller observeras där. Brunnarna var dock ej helt tomma men för övrigt relativt rena.



Figur 38. Olufsgaard beläget inom Tårnby kommun.

4.8 Esbjergs kommun

4.8.1 Allmänt

Esbjergs kommun ligger vid danska västkusten. Besöket i kommunen genomfördes 79-11-14. Kommunens stadsplan framgår av figur 39, som även visar de områden inom vilka dagvatten-system med infiltration är utbyggt. Figur 39 visar också områden inom vilka dagvatteninfiltration ej är tillåten.

4.8.2 Geologi

Den geologiska formationen inom kommunen består i stort av sand, i vissa delar grus eller lerblandad sand, med inslag av lerlinser och ett matjordstäckes på 2 till 5 dm upp till 1 meter. Nivån till grundvattenytan varierar från 10 m till ett par meter under markytan.

4.8.3 Teknisk utformning

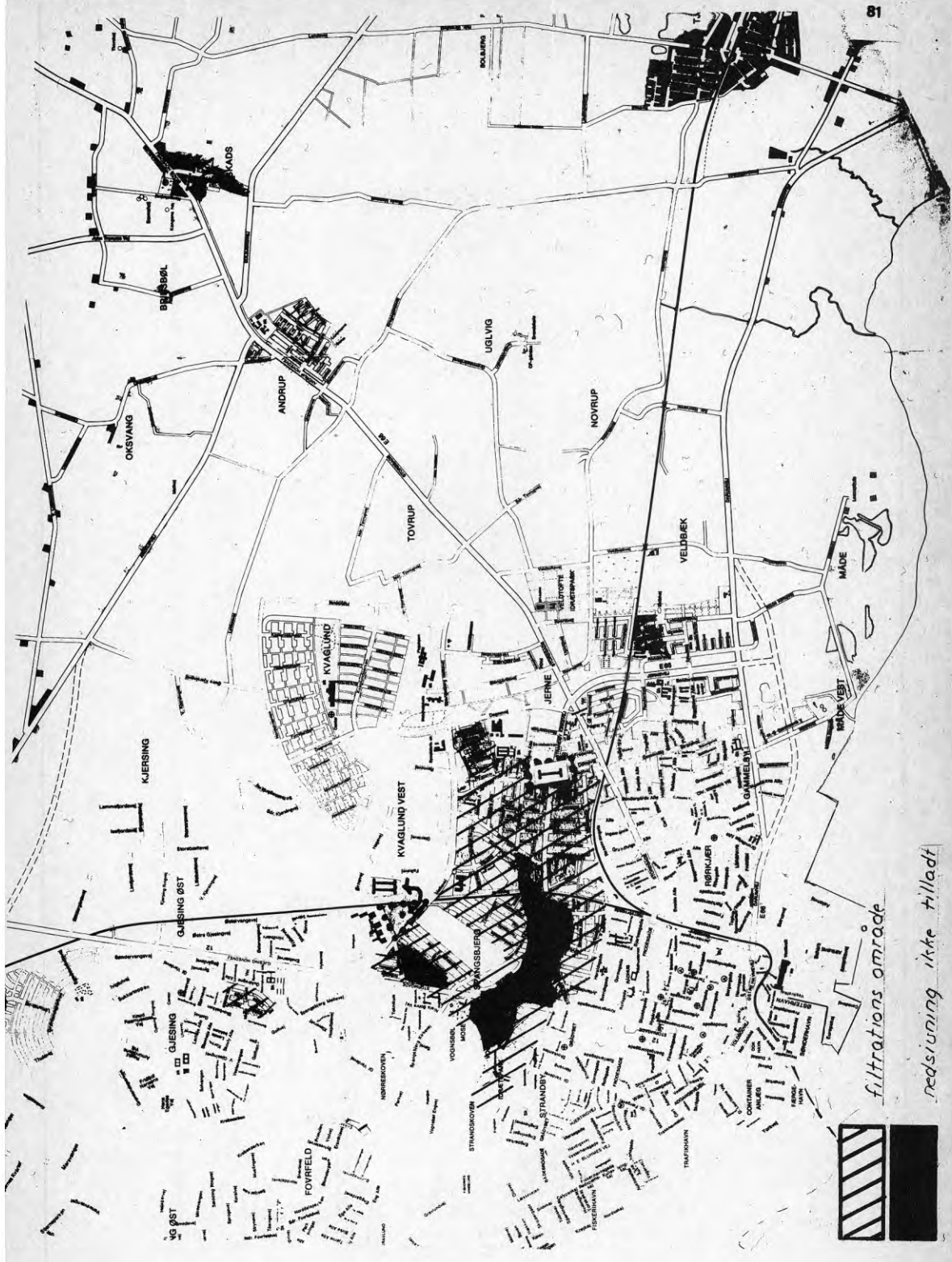
Principutformning för infiltrationsanläggningar:

Kommunen har egna föreskrifter för dagvatteninfiltration. Principiella uppbyggnaden av magasin och infiltrationsbrunnar framgår av figur 40. Magasinsbildande fyllning täcks med takpapp före återfyllning. Infiltrationsbrunnar används för infiltration av såväl takvatten som vatten från trafikytor. Ett exempel på detta ges från platsbesöken längre fram i detta kapitel. Takvatten och gatuvatten avleds till skilda magasin. Vidare separeras vatten från golvbrunnar i källarnedgångar från takvatten.

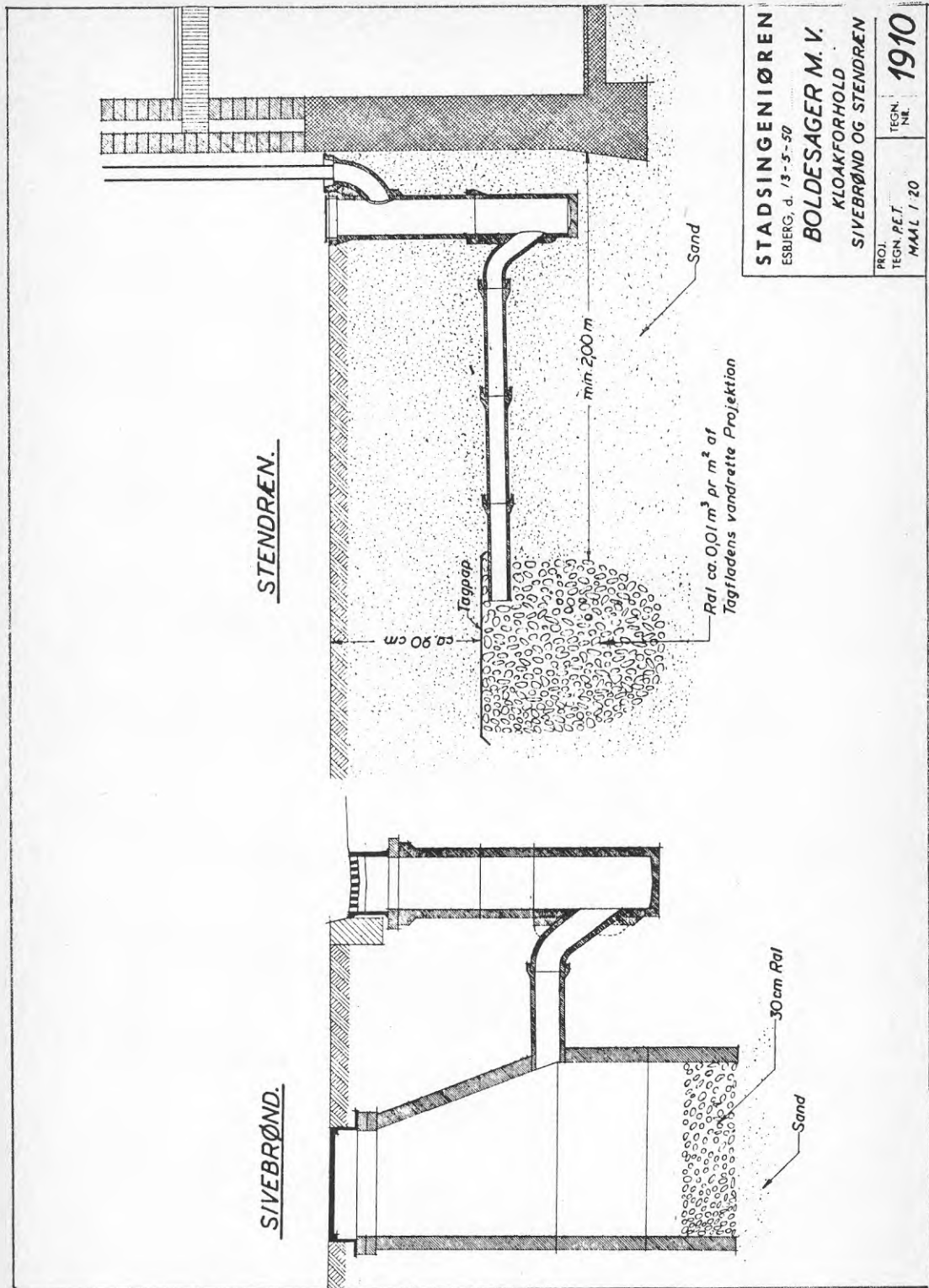
Där dagvatten avleds till magasin och husgrunden behöver dräneras sker detta till spillvattenledningar.

4.8.4 Synpunkter från företrädare för kommunen

Esbjergs kommun byggde ut system med dagvatteninfiltration fram till och med 1960-talets slut. Anledningen till att man då upphörde var främst att man anser sig ha fler driftstörningar vid denna typ av anläggningar än vid konventionella system. - Inom kontoret bokförs översvämningstillfällena och plats samt nederbördsdata noteras på en karta (ej publicerade uppgifter). Enbart en okulär besiktning av detta



Figur 39. Översiktskarta över Esbjergs kommun.



Figur 40. Principskiss över perkolationsanläggningar inom Esbjergs kommun.

material visade en spridning av punkterna inom kommunen och någon klar dominans kunde ej utläsas inom infiltrationsområdena. Ytterligare ett skäl till att inte fortsätta med en utbyggnad av dagvatteninfiltration var att osäkerhetsfaktorer i form av avrinningskoefficienter etc är tillräckligt stora vid dimensionering och drift av konventionella system. Dagvatteninfiltration anses alltså förknippat med stor osäkerhet.

Inom stadsplaneområdet finns ett stort antal grundvattenbrunnar med uttag av kommunalt renvatten. Dessa har givits ett skyddsområde på 300 meter, vilket bland annat innebär förbud mot dagvatteninfiltration inom dessa områden.

Kravet för att dagvatteninfiltration skall tillåtas har varit att avståndet till grundvattenytan skall vara större än 5 m.

Områden inom kommunen med dagvatteninfiltration har i övrigt ej belagts med speciella restriktioner eller rutiner med avseende på saltning, sandning, sopning, slamtömning etc. Normalt förekommer dock inte saltning och sandning i större utsträckning annat än på större gator.

De driftstörningar som registrerats har ofta uppträtt i områden med stora nivåskillnader och vid gatumagasin belägna i lågpunkter. Detta beror av att vatten som skulle ledas in i magasin uppströms har letts förbi och överbelastat det lägst liggande magasinet. Då gatumagasinen har bräddavloppet anslutet till spillvattenledningen har detta lett till dämning med källaröversvämningar som följt. Något sådant tillfälle har dock inte kommit till kommunens kännedom sedan 1973. Vid dimensionering av magasin har man en approximativ regel som innebär att man ansluter 100 m² hårdgjord yta till 1 m³ (nettovoly) magasin.

Kommunen har ej kännedom om på vilket sätt magasin inom fastighetsmark har utförts, men man anser sig kunna säga att magasinsbildande fyllning här ofta varit av varierande kvalitet. På grund av driftproblem vid magasin (inom fastighetsmark) förekommer att man utför nya magasin hellre än

att förnya gamla. Fortfarande är det tillåtet att avleda takvatten genom infiltration från byggnader som är mindre än 25 m².

4.8.5 Nederbördsförhållanden vid besöket

Nederbördsobservationer visar att det under en vecka närmast före besöket har regnat totalt 40 mm varav 17 mm två dygn före besöket samt 10 mm dygnet före besöket och 3 mm under själva besöksdagen.

4.8.6 Platsbesök vid Kirkebakken

Egna iakttagelser:

Kirkebakken, Hermods-vej, område I figur 39, består huvudsakligen av flerfamiljshus och lokal centrumbebyggelse men innefattar även enfamiljshus. Takavvattningen från flerfamiljshusen sker genom invändiga stuprör till infiltrationsbrunnar. De brunnar som kontrollerats var ej vattenfyllda och innehöll ej några större mängder föroreningar.

I centrumbebyggelsen vid Kirkebakken studerades främst anläggningarna som framgår av figur 41. Varje stuprör på byggnaden liksom golvbrunn vid källarnedgång är kopplat till separata infiltrationsbrunnar. Dessutom sker avrinning från parkeringsplatsen till en centralt belägen rännstensbrunn som anslutits till en liknande infiltrationsbrunn belägen i intilliggande gräsyta (ej inlagd i figur). Såväl gångvägar som parkeringsyta har en ytbeläggning av betongsten (SF-sten). Besiktningen av brunnarna visade på stor variation i fyllnadsgrad. - Från helt tömda till fyllda en halv meter över inkommande ledning. Kring rännstensbrunnen i parkeringsytan hade sättningar utbildats.

Synpunkter från boende:

Boende i hyresfastigheterna som tillfrågats om iakttagelser beträffande systemens funktion har inte haft några kommentarer. Däremot erhöles information från en fastighetsägare i området med enfamiljshus om att det under längre regnperioder vår och höst förekommer lukt kring infiltrationsbrunnen på fastigheten. Några driftproblem i samband härmed

eller i övrigt under de 12 år man haft fastigheten hade ej noterats. Infiltrationsbrunnen hade aldrig rensats.

Projektören till infiltrationsanläggningarna i centrumfastigheten (har kontorslokaler i fastigheten) anser att brunnarnas varierande funktion främst beror av följande faktorer

- o olika stora belastningsytor
- o olika permeabilitet
- o olika igensättningsgrad

Brunnarna har aldrig rensats - drifttiden är ca 10 år. En brunn belägen i gräsytan är ofta överbelastad men några olägenheter i samband härmed har ej observerats. Projektören har ej funnit annat skäl till att frångå lösningar med infiltration än att beställaren, tillståndsgivaren ej föreskriver detta system.

Det andra besiktigade området, II, enligt figur 39, består av friliggande enfamiljshus. Både källarlösa hus och hus med källare förekommer. Gator inom området är asfalterade liksom gångbanor fast dessa i kombination med plattsättningar. Olika former av plattsättningar dominerar även inom fastighetsmark på gång- och garageuppfarter, figur 42.



Figur 42. Gångbanor och garageuppfarter är ofta anlagda av material som medger infiltration av regnvatten.

Någon dokumentation över infiltrationsanläggningarnas utformning från detta område har ej kunnat erhållas. En fastighetsägare uppger att infiltrationsbrunnen till hans fastighet vanligen överbelastas ett par gånger varje år varvid enda effekten blir att översilning på gräsmattan sker. Detta inträffar vid långvariga regnperioder. Några olägenheter i samband med dessa tillfällen har ej observerats.

4.9 Hokksunds kommun

Eftersom dagvatteninfiltration i Norge blivit aktuellt först under senare år har det ej gått att finna någon anläggning med lång drifttid. Detta har inneburit att det inte heller funnits skäl att besöka några anläggningar här. Ett exempel med kortare drifterfarenheter presenteras ändå för att visa hur man bygger.

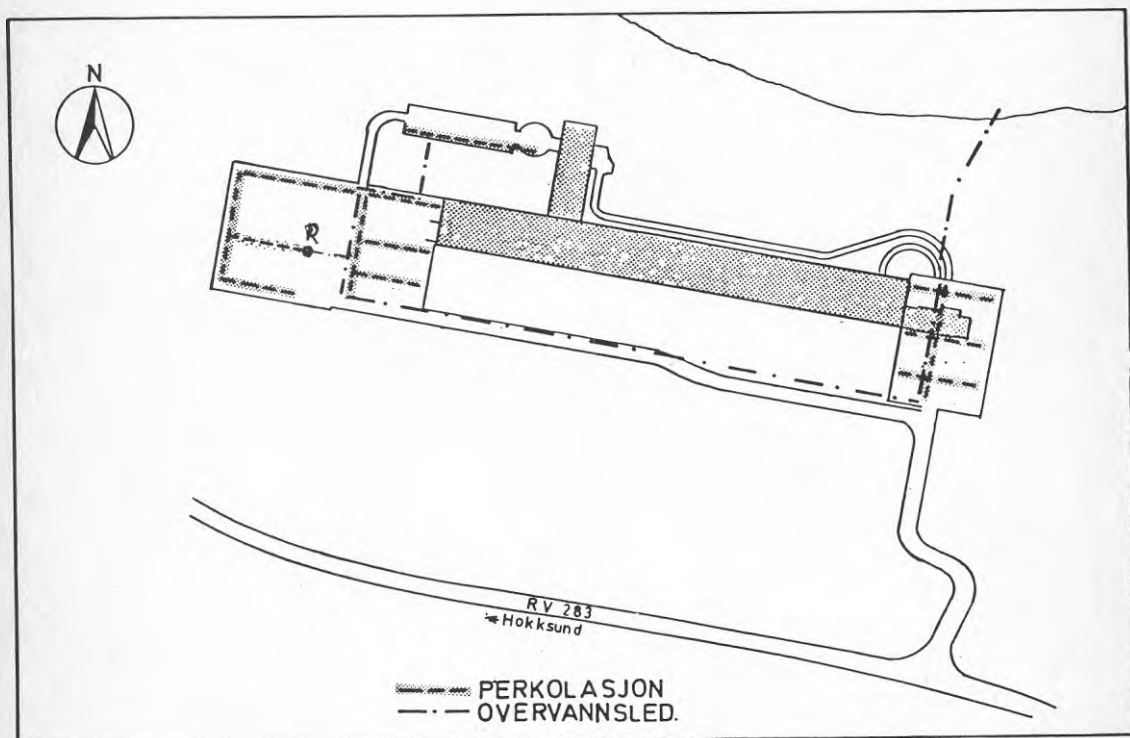
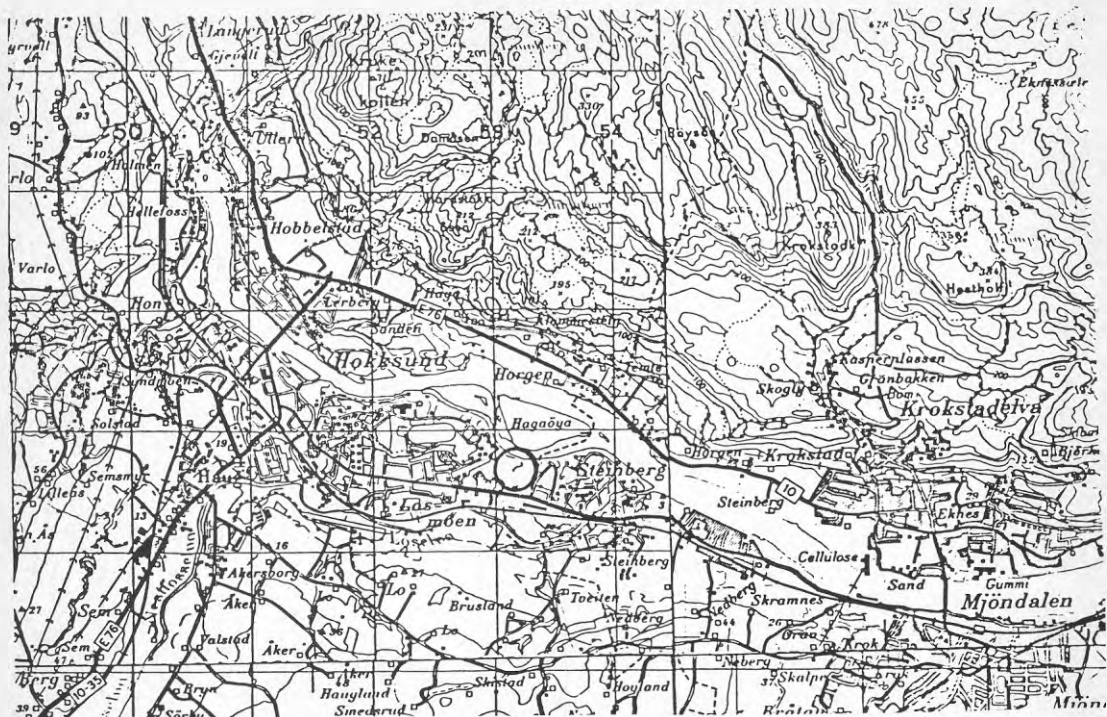
4.9.1 Allmänt

Infiltrationsanläggningen är utförd vid Norsk Kabelfabrikks nya byggnader i Hokksund, se figur 43.

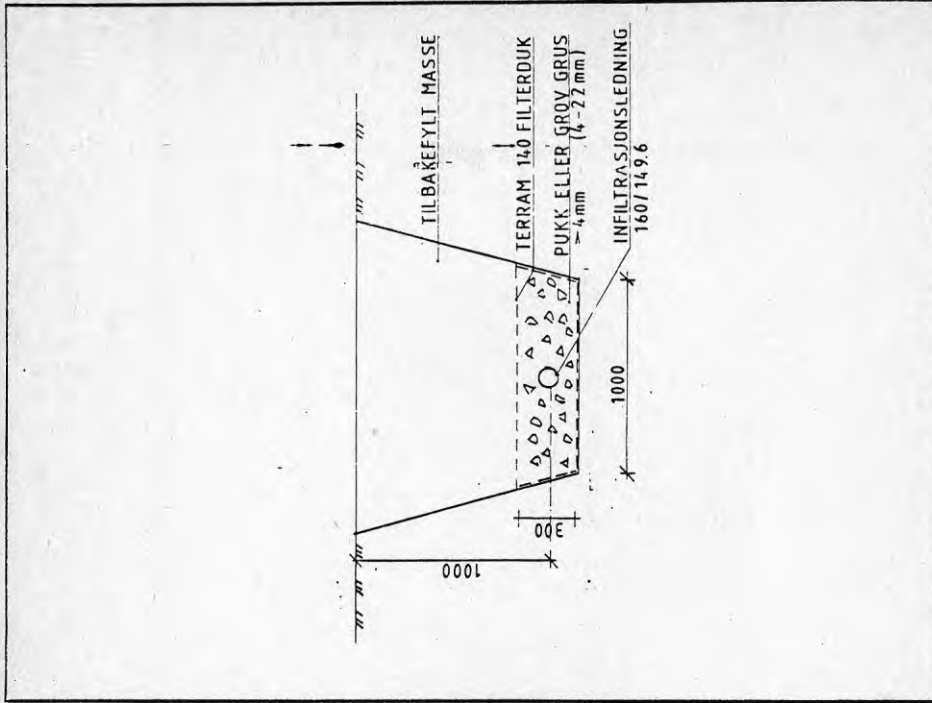
4.9.2 Teknisk utformning

Äldsta utbyggnadsetappen är från 1977 och avser 153 000 m² hårdgjord yta (tak och asfaltytor). Vatten från dessa ytor fördelas ut via infiltrationsledningar som i halva området lagts i makadam (4-12 mm). Denna del av anläggningen har fungerat tillfredsställande. I resterande delar där ledningen lagts i befintligt jordmaterial (sand och mellansand) har man haft driftproblem som föranlett uppgrävning och återfyllning med makadam. Principskisser på anläggningarna framgår av figur 44.

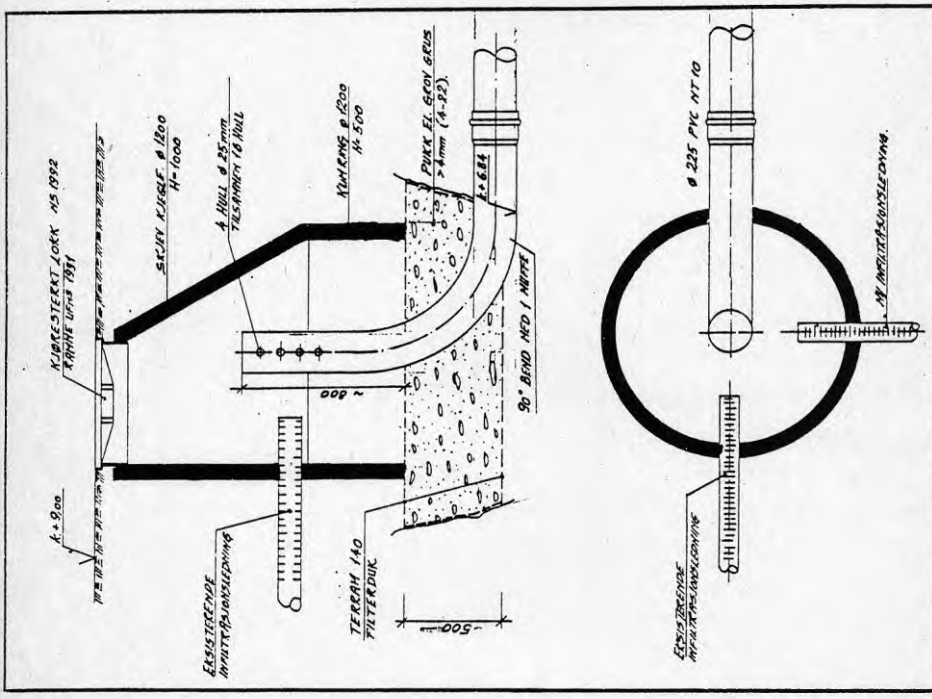
En utbyggnad på 2 000 m² hårdgjord yta har skett och ytterligare en på 10 000 m², där man skall använda perkolationsanläggningar, planeras.



Figur 43. Karta över Hokksund samt situationsplan över Norsk Kabelfabrikk's anläggningar.



CHK ENKILDESMER CARL-H KNUDSEN ARKITEKTOR, INGENIØR OG KONSULENT R.L.	A/S NORSK KABELFABRIK NK II HOKKSUND PERKOLASJONSANLEGG Grøftverrsnitt	
	MÅLSTOKK 1:20	OPPDRAGSR F 0601
Drammen 7. juli 1978		TEKNISKE 2002



CHK ENKILDESMER CARL-H KNUDSEN ARKITEKTOR, INGENIØR OG KONSULENT R.L.	A/S NORSK KABELFABRIK NK II HOKKSUND PERKOLASJONSANLEGG Overløpskum ved pkt. R.	
	MÅLSTOKK 1:20	OPPDRAGSR F 0601
Drammen 7. juli 1978		TEKNISKE 2005

Figur 44. Detaljritninger over perkolasjonsanleggningar.

5. RESULTAT

De resultat som föreligger är baserade på erfarenheter från anläggningar vid vilka det i de flesta fall förekommit någon form av driftstörning. Resultaten kan av denna anledning inte ses som generella. Däremot utgör de ett underlag som kan utnyttjas för att i fortsättningen undvika problem av den art som identifieras.

Infiltrationsyta, dike, perkolationsmagasin är de anläggningsformer som undersökningen avser. Allmänt har framkommit att infiltrationsanläggningar av alla tre formerna har fungerat under lång tid - upp till trettio år - utan driftstörningar. I de flesta fall har inte någon speciell tillsyn erfordrats.

Där driftstörningar förekommit är dessa oftast lokala: ett magasin, en infiltrationsyta är satt ur funktion. Vanligt är också att ett och samma problem återfinns vid flera anläggningar. Detta stämmer med resultaten från den refererade danska undersökningen.

Vidare har det visat sig finnas ett behov av en utökad kontroll i byggnadsskedet och en bättre information, dels mellan kommun, projektör och byggare, dels till förvaltaren av anläggningen.

De speciella egenskaper som varje anläggningsform har redovisas i tabellform, se figur 45. Risken för olägenheter är minst för infiltrationsytan medan det är störst risk för att driftstörningar skall uppstå vid ett magasin. Den danska undersökningen, som enbart behandlar magasin, visar på följande viktigaste orsaker till driftstörningar: Tilllopps-röret täpps till, jordmaterial från magasinens väggar förs in i magasinet, finmaterial från avvattnade ytor försämrar permeabiliteten kring magasinen.

Resultaten talar för att fördjupade studier, vid någon eller några utvalda infiltrationsanläggningar, utförs i syfte att erhålla detaljerad information om förhållandena i och kring magasin som varit i drift under längre tid.

SAMMANSTÄLLNING ÖVER DRIFTERFARENHETER FRÅN OLIKA DAGVATTENINFILTRATIONSYSTEM					
INFILTRATIONSVTA		DIKE		PERKOLATIONSMAGASIN	
FÖRDELAR	NACKDELAR	FÖRDELAR	NACKDELAR	FÖRDELAR	NACKDELAR
BYGNADESKEDE	Naturmark har god funktion från början	Nyetablerad vegetationsyta kan ha låg infiltrationskapacitet de första åren. Kan utgöra problem under byggnadstiden	Bra funktion redan i anläggningsskedet	Innan vegetation etablerats finns risk för erosion	Bra funktion redan i anläggningsskedet
	Påverkar planeringen av byggnadsplatsens utnyttjande	Påverkar ej direkt planeringen av byggnadsplatsens utnyttjande	Kräver utökat gatuumråde	Kräver utökat gatuumråde	Påverkar i viss utsträckning planeringen av byggnadsplatsens utnyttjande
	Låg anläggningskostnad	Låg anläggningskostnad	Låg anläggningskostnad	Låg anläggningskostnad	Risk för igensättningar av intag och magasinbildande av finmaterial
	Små olägenheter vid överbelastning	Saknas bra utformning för övergång mellan asfalt och vegetationsyta - risk för erosionskador	Säkert system pga två funktioner: 1) infiltrationsyta, 2) avledning. Liten risk för skador vid överbelastning	Saknas bra utformning för övergång mellan asfalt och dikesslänthet risk för erosionskador	Risk för igensättningar av intag och magasinbildande av finmaterial
	Lätt att upptäcka driftsstörningar	Lätt att upptäcka driftsstörningar	Lätt att upptäcka driftsstörningar	Lätt att upptäcka driftsstörningar	Kräver utökad utförandekontroll
	Verkar reducerande på flöde och föreningar	Hård belastning kan leda till packningskador, försumpning	Verkar reducerande på flöde och föreningar	Verkar reducerande på flöde och föreningar	Nedsättning av infiltrationskap. vid belastning med förorenat vatten
	Viss sjölvåtervunnen funktion genom vegetationens inverkan	Viss sjölvåtervunnen funktion genom vegetationens inverkan	Viss sjölvåtervunnen funktion genom vegetationens inverkan	Viss sjölvåtervunnen funktion genom vegetationens inverkan	Risk för driftproblem då inspektions- och spöbrunnar saknas.
DRIFTSKEDE	Inga extra driftskostnader	Försämrade infiltrationskapacitet vid isbildning i ytiskt	Fungerar vintertid som snödupplag - god kapacitet vid snösmältning	Låga driftskostnader	Konstruktioner som kräver regelbundna spolnings- tillfällen ger ökad driftskostnad
					Igensättningstendenser på anläggningar, som belastas med vatten med höga suspenderingshalter
					Intagsbrunnar med öppen botten är olämpliga ur skötselsynpunkt
					Kräver information till fastighetsägare/skötare. Kräver extra skötselåtgärder medför vissa extra driftkostnader

Figur 45. Sammanställning över drifterfarenheter från olika dagvatteninfiltrationssystem.

6. REFERENSER

- Abrahamsen S, 1951. Filtrationssystemet. Särtryck ur Ingenjøren Nr 38. 22 sept, 1951, årgång 60. Dansk Ingeniørforening, Danmark.
- Andersson R, Carlstedt B, Paus K, 1978. Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation. Tjälens inverkan på magasin i mark av porös fyllning. Byggforskningen rapport R73:1978, Stockholm.
- Andersson R, Carlstedt B, Paus K, 1979. Dagvattenavledning genom infiltration, magasinering och perkolation. Byggforskningen, rapport 140:1979, Stockholm.
- Baerums kommune, 1977. Årsrapport. Prosjektgruppen för "Overvannsteknologi", Norge.
- Bygginfo, 1979, Kurskompendium
- Eriksson A, Cederwall K, 1977. Dimensionering av infiltrationsmagasin enligt regnenvelop-metoden. Väg- och Vattenbyggaren nr 4. 1977.
- Eriksson A, Lindvall P, 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 27, Göteborg.
- Gellin G, Glarbo, 1974. Infiltration av tagvand. Eksamenprojekt. Danmarks tekniska högskola, Laboratoriet för teknisk Hygiejne, Lyngby, Danmark.
- Ingenjøren, 1951. Nr 38-22, september 1951, årgång 60.
- Lyngby-Taarbaek kommune, 1977. Lyngby-Taarbaek kommune spildvattenplan, Danmark.
- Miljøstyrelsen, 1974. Nyt fra miljøstyrelsen. 12 bekendtgørelser fra miljøministeriet, København, Danmark.

- Miljøstyrelsen, 1974. Nyt fra miljøstyrelsen. Spildevandsafledning til nedsviningsanlaege, København, Danmark.
- Miljøstyrelsen, 1976. Jord som recipient for spildevand, København, Danmark.
- Miljøstyrelsen, 1978. Spildevandsafledning udenfor bymaessig bebyggelse, København, Danmark.
- Paus K, Andersson R, Carlstedt B, 1974. Regnvattenavledning genom magasinering och perkolation. Byggeforskningen rapport R23:1974, Stockholm.
- Statens Byggeforskningsinstitut, 1974. Afløbsinstallationer, SBI-anvisning 96, København, Danmark.
- Statens Forurensningstellsyn, 1978. Retningslinjer for håndtering av overvann, Oslo, Norge.
- VIAK AB, 1977. Skurups kommun, Hylteskoga. Infiltration av takvatten, Malmö.

Genomgången övrig litteratur

- Holmstrand O, Lindvall P, 1979. Infiltrera dagvatten - planering och metoder. Statens Naturvårdsverk, Byggeforskningen, Liber distribution, Stockholm.
- Hård S, Holm T, Jonasson S, 1979. Dagvatteninfiltration på grönytor. Litteraturstudie, kunskapssammanställning och hypotes. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 45, Göteborg.
- Malmquist P-A, 1979. Infiltrera dagvatten. Diskussioner och figurer från CTH-seminarium 1979-04-20. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 42, Göteborg.
- Malmquist P-A, Lannér G, Högberg E, Lindvall P, 1979. Södra Näset - Ett exempel på förenklad utformning av gator och dagvattensystem i ett upprustningsområde. Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, meddelande nr 47, Göteborg.

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

CHALMERS TEKNISKA HOGSKOLA

Institutionerna för
Geologi
Geoteknik med grundläggning
Vattenbyggnad
Vattenförsörjnings- och avloppsteknik

Meddelande:

- nr 1 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1972-07-01 - 1973-03-01). 1973. 100 sidor. (Utgången)
- nr 2 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 67 sidor.
- nr 3 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 17 sidor.
- nr 4 Viktor Arnell: Nederbördsmatrare. En sammanställning av några olika mätartyper. 1973. 39 sidor. (Utgången)
- nr 5 Viktor Arnell: Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926-1971. 1974. 68 sidor.
- nr 6 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01 - 1974-02-01). 1974. 167 sidor.
- nr 7 Olov Holmstrand, Per O Wedel: Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. 1974. 55 sidor. (Utgången)
- nr 8 Anders Sjöberg: Interim Report. Mathematical Models for Gradually Varied Unsteady Free Flow. Development and Discussion of Basic Equations. Preliminary Studies of Methods for Flood Routing in Storm Drains. 1974. 74 sidor. (Utgången).
- nr 9 Olov Holmstrand (red.): Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. 1974. 38 sidor. (Utgången).
- nr 10 Viktor Arnell, Börje Sjölander: Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. 1974. 53 sidor. (Utgången).
- nr 11 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Dagvattnets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969-1972. Engelsk sammanfattning. 1974. 46 sidor. (Utgången).
- nr 12 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrologiska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, meddelande nr 12, 1975. 50 sidor.
- nr 13 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973-1974. 1975. 92 sidor.
- nr 14 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Engelsk sammanfattning. 1975. 73 sidor.
- nr 15 Dagvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 33 sidor. 15:-. Följande uppsatser ingår:
Arnell V. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet inom ett urbant område.
Lyngfelt S. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg.
Sjöberg A. CTH-ledningsnätmodell DAGVL-A.
Svensson G. Dagvattnets sammansättning, inverkan av urbanisering. (Utgången).
- nr 16 Grundvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 43 sidor. 15:-. Följande uppsatser ingår:
Andréasson L, Cederwall K. Rubbningar av grundvattenbalansen i urbana områden.
Carlsson L. Djupinfiltration i slutna akviferer.
Torstensson B-A. Följder av grundvattensänkning inom lerområden.
Wedel P. Exempel på dränering av jordlager på grund av tunnelbyggande. (Utgången).
- nr 17 Olov Holmstrand, Per Wedel: Markvattenundersökningar i ett urbant område. 1976. 127 sidor.
- nr 18 Göran Ejdeling: Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. 1978. 130 sidor.
- nr 19 Viktor Arnell, Jan Falk, Per-Arne Malmquist: Urban Storm Water Research in Sweden. 1977. 30 sidor.
- nr 20 Viktor Arnell: Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. 1977. 64 sidor.
- nr 21 Leif Carlsson: Reserapport från studieresa i USA samt deltagande i 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim, USA. 29 nov-17 dec 1976. 1977. 61 sidor.
- nr 22 Per O Wedel: Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. 1978. 130 sidor.
- nr 23 Viktor Arnell: Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. 29 sidor.
- nr 24 Leif Carlsson, Klas Cederwall: Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75. 1977. 17 sidor.
- nr 25 Lars O Ericsson (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01 - 1977-01-31. 1977. 120 sidor.
- nr 26 Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson: Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djupinfiltrationsprojekt. 1978. 273 sidor.
- nr 27 Anders Eriksson, Per Lindvall: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. 1978. 126 sidor.

- nr 28 Olov Holmstrand (red.): Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01 - 1977-11-30. 1978. 69 sidor.
- nr 29 Leif Carlsson: Djupinfiltrationsstudier i Angered. 1978. 70 sidor.
- nr 30 Lars O Ericsson: Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. 1978. 45 sidor.
- nr 31 Lars O Ericsson: Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. 1978. 15 sidor.
- nr 32 Lars O Ericsson, Stig Hård: Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. 1978. 145 sidor.
- nr 33 Jan Hällgren, Per-Arne Malmquist: Urban Hydrology Research in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban Hydrology Research. 1978. 14 sidor.
- nr 34 Bo Lind, Göte Nordin: Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. 1978. 63 sidor.
- nr 35 Eivor Bucht, Bo Lind: Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. 1978. 65 sidor.
- nr 36 Anders Sjöberg, Jan Lundgren, Thomas Asp, Henriette Melin: Manual för ILLUDAS (version S2). Ett datorprogram för dimensionering och analys av dagvattensystem. 1979. 67 sidor.
- nr 37 Per-Arne Malmquist m fl: Papers on Urban Hydrology 1977-78. 99 sidor.
- nr 38 Viktor Arnell, Per-Arne Malmquist, Bo-Göran Lindquist, Gilbert Svensson: Uppsatser om Dagvattenteknik 1978. 30 sidor.
- nr 39 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - förutsättningar inom ett bergsområde, Östra Gårdsten i Göteborg. 1979. 32 sidor.
- nr 40 Per-Arne Malmquist (red.): Geohydrologiska forskningsgruppen 1972-78. Sammanställning av uppnådda resultat. 1979. 96 sidor. Kostnadsfri.
- nr 41 Gilbert Svensson, Kjell Øren: Planeringsmodeller för avloppssystem. NIVA-modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde. 1979. 71 sidor.
- nr 42 Per-Arne Malmquist (red.): Infiltrera dagvatten. Diskussioner och figurer från CTH-seminarium 1979-04-20. 1979. 86 sidor.
- nr 43 Bo Lind: Dagvatteninfiltration - perkolationsanläggning i Halmstad. 1979. 58 sidor.
- nr 44 Viktor Arnell, Thomas Asp: Beräkning av bräddvattenmängder. Nederbördens varaktighet och mängd vid Lundby i Göteborg 1921-1939. 1979. 80 sidor.
- nr 45 Stig Hård, Thomas Holm, Sven Jonasson: Dagvatteninfiltration på grönytor - Litteraturstudie, kunskapssammanställning och hypotes. 1979. 278 sidor.
- nr 46 Per-Arne Malmquist, Per Lindvall: Dräneringsrörs igensättning - en jämförande laboriestudie. 1979. 44 sidor.
- nr 47 Per-Arne Malmquist, Gunnar Lannér, Erland Högberg, Per Lindvall: SÖDRA NÅSET - ett exempel på för-
enklad utformning av gator och dagvattensystem i ett upprustningsområde. 1980.
- nr 48 Viktor Arnell, Håkan Strandner, Gilbert Svensson: Dagvattnets mängd och beskaffenhet i stadsdelen Ryd i Linköping, 1976-77. 1980.
- nr 49 Lars O. Ericsson, Stig Hård: Termisk registrering, en metod att kartera markvattenhalt - Termovisionsförsök i klimatkammare. 1980. 65 sidor.
- nr 50 Viktor Arnell: Dimensionering och analys av dagvattensystem. Val av beräkningsmetod. 1980. 56 sidor, 22 figurer.
- nr 51 Lars O Ericsson: Markvattenförhållanden i urbana områden. Slutrapport.
- nr 52 Olov Holmstrand (red): Ingenjörsgelogisk kartering. Seminarium 1980-04-17. 110 sid, 25:- kr.
- nr 53 Olov Holmstrand: Lokalt omhändertagande av dagvatten. Sammanfattning av forskning om dagvatteninfiltration vid CTH 1976-79. 90 sid. 25:- kr.
- nr 54 Olov Holmstrand, Bo Lind, Per Lindvall, Lars-Ove Sörman: Perkolationsmagasin i ett lerområde. Lokalt omhändertagande av dagvatten i Bratthammar, Göteborg.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780257-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen
för vattenbyggnad, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.**

R14:1981

ISBN 91-540-3435-3

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700314

**Abonnemangsgrupp:
V. Anläggningsteknik**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms