

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

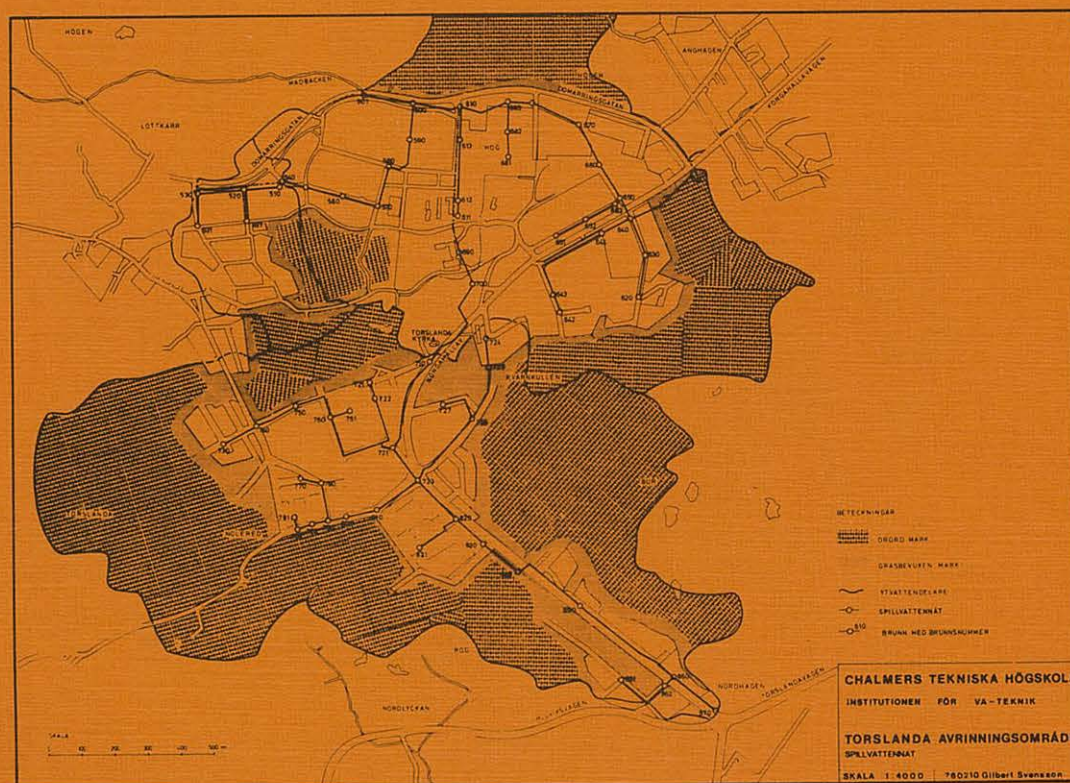
Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

C4-20

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

## PLANERINGSMODELLER FÖR AVLOPPSSYSTEM

NIVA - modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde



GILBERT SVENSSON

KJELL ØREN





ISSN 0347-8165

**C4-20**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

**GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN**

Geologi

Geoteknik med grundläggning

Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

---

## **PLANERINGSMODELLER FÖR AVLOPPSSYSTEM**

**NIVA - modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde**

ADRESS: Geohydrologiska forskningsgruppen  
Chalmers Tekniska Högskola  
412 96 Göteborg

**GILBERT SVENSSON**

**KJELL ØREN**

---

## INNEHALLSFÖRTECKNING

### SAMMANFATTNING

FÖRORD	1
1. INLEDNING	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	3
2. HANTERING AV AVLOPPSVATTEN	4
2.1 Generella mål	4
2.2 Handlingsalternativ	4
2.21 Duplikatsystem	4
2.22 Kombinerat system	6
3. AVRINNINGSSOMRADET	8
3.1 Läge	8
3.2 Geologi i huvuddrag	8
3.3 Bebyggelse	9
3.31 Allmänt	9
3.32 Utbredning, hårdgörningsgrad	9
3.33 Typ av bebyggelse, invånarantal	10
3.34 Utbyggnadsplaner	11
3.4 Vatten- och avloppsförsörjning	12
3.5 Recipienter	13
4. EXISTERANDE AVLOPPSNÄTS FUNKTION - ÅTGÄRDER	14
4.1 Funktionskontroll av existerande avloppsnät	14
4.2 Mätprogram	14
4.3 Mätperioder	15
4.4 Avloppsnätets funktion vid torrväder	15
4.5 Avloppsnätets funktion vid regnväder	16
4.6 Åtgärder för att förbättra avloppsnätets funktion	20
4.61 Precisering av avloppsnätets brister	20
4.62 Alternativ A - avlägsnande av nederbördsavhängig inläckning	20
4.63 Alternativ B - utjämning av flödena i spillvattennätet	21
4.64 Övrigt - lokal infiltration, borttagande av kantsten etc	21
4.7 Alternativa avloppssystem beräknade med NIVA-modellen	21

5.	FÖRUTSÄTTNINGAR VID ANVÄNDNING AV NIVA-MODELLEN	23
5.1	Nederbördsserier för långtidssimuleringar	23
5.2	Beräkningsgång för NIVA-modellen	24
5.21	Ytavrinningsmodell	24
5.22	Ledningsnätsmodell	27
5.23	Anordningar i ledningsnätet	28
5.24	Föroreningsmodell	28
5.25	Parametervärden som måste bestämmas vid användning av NIVA-modellen	29
5.3	Bestämning av parametervärden för Torslandaområdet	29
5.31	Parametervärden bestämda från kartering av avrinningsområde och ledningsnät	29
5.32	Parametervärden bestämda från mätningar i avrinningsområdet	30
5.33	Parametervärden bestämda från erfarenhetsvärden och mätningar i andra områden	33
6.	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BERÄKNINGARNA AV ALTERNATIVSYSTEMEN	34
6.1	Ingångsvärden för nederbörd	34
6.2	Förutsättningar för alternativsystemen	35
6.3	Förutsättningar för beräkningen av reningseffekter	38
7.	RESULTAT	39
7.1	Andel av nederbörden, som förs ut från avrinningsområdet med det slutna ledningssystemet	39
7.2	Föroreningsbelastning på årsbasis	41
7.21	Total föroreningsbelastning	42
7.22	Föroreningsbelastning under regnperioder	44
7.3	Momentan belastning på lokalrecipienter	48
7.4	Beräknad frekvens för dämning med risk för översvämning i det slutna ledningssystemet	49
7.5	Jämförelse mellan olika systemalternativ	50
7.51	Betydelsen av nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet samt högt dräneringsvattenflöde	50
7.52	Betydelsen av flödesutjämning	52
7.53	Betydelsen av reducerad hårdgjord area	53
7.54	Betydelsen av val av avledningssystem, kombinerat - duplikat	53

8.	DISKUSSION	55
9.	REFERENSER	60
10.	BILAGOR	61
	Bilaga 1 - Ingångsvärden för dagvattennätet	
	Bilaga 2 - Ingångsvärden för Spillvattennätet	
	Bilaga 3 - Ingångsvärden för det kombinerade nätet	
	Bilaga 4 - Karta över spillvattennätet	
	Bilaga 5 - Karta över dagvattennätet med delområden inlagda	
	Bilaga 6 - Utförda mätningar och undersökningar i Torslandaområdet	

## SAMMANFATTNING

Dagvattenproblematiken har under 70-talet kommit att inta en central ställning i kommunernas miljövårdsprogram. Betydelsen av ett lämpligt omhändertagande av dagvattnet har ökat i takt med utbyggnaden av reningsverken för spillvatten. Många exempel finns på olägenheter av olämpligt hanterande av dagvatten, både ur teknisk och ekologisk synpunkt.

Åtgärder i befintliga avloppssystem måste planeras efter en bestämd handlingslinje. Denna kan uttryckas i ett antal punkter, som följer nedan.

1. Målsättning för dagvattenhanteringen.
2. Utredning av vad som orsakar problemen i det existerande avloppsnätet.
3. Analys av problemet för att finna orsaker och aktuella åtgärder.
4. Analys och värdering av olika åtgärdsalternativ.
5. Detaljerad planering av den valda lösningen.
6. Genomförande av den valda lösningen.

Denna rapport omfattar punkterna 1-4 för en studie av ett befintligt avloppsnät i Torslanda, Göteborg.

Målsättningen vid hanteringen av dagvattnet bör utgå från följande punkter:

- Dagvatten är en resurs som bör tas till vara.
- Med få undantag är målet att den lokala, naturliga vattenbalansen ej får rubbas.
- Recipientens ekologiska balans bör ej förändras genom belastning från dag- och bräddvatten.
- Samhället skall i möjligaste mån skyddas mot översvämningar.
- Kostnaderna skall minimeras.

Det studerade avrinningsområdet, Torslanda, är beläget på västra Hisingen i Göteborgs kommun. I grova drag kan området sägas omfatta två större lerfyllda dalsänkor omgivna av bergsområden. Bebyggelsen är huvudsakligen lokaliserad till dalsänkorna och utgörs av bostäder och småindustri. Totalt bor 5850 personer i området.

Avrinningsområdets totala areal är 364 ha varav 158 ha utgör samlad bebyggelse. För dagvatten finns tre delavrinningsområden, (se bilaga 4): Nolered, Hög och Lottkärr. Spillvattnet däremot samlas från hela området till en punkt. Arealen med samlad bebyggelse utgörs till 29% av hårdgjorda ytor anslutna till ledningssystem. Separeringsgraden för avloppssystemet varierar i området, även om hela området är försett med duplikatsystem.

Avloppsnätets funktion under olika betingelser har undersökts under hösten 1976. Följande parametrar har därvid observerats: Nederbörd, renvattenförbrukning, spillvattenföring och dagvattenföring. Dessutom har vissa stödjande undersökningar utförts såsom: Fysikalisk-kemisk analys av spill- och dagvatten, observationer av grundvattennivåer, filmning av vissa ledningssträckor och läckageundersökningar.

Avloppsnätets funktion vid torrväder framgår av tabellerna 4 och 5, sidan 16. Funktionen vid regnväder framgår av figur 7, sidan 17. Undersökningen av avloppssystemet visar att spillvattennätet transporterar ca en tredjedel av den totalt avrunna nederbördsvolymen, vilket visas av tabellerna 6 och 7, sidan 19.

De brister som finns i Torslandaområdets avloppssystem kan sammanfattas under rubriken: Bristande kapacitet till följd av nederbördsavhängig inläckning. Avloppsnät med denna typ av brist kan generellt åtgärdas på två olika sätt:

a/ Avlägsnande av nederbördsavhängig inläckning.

b/ Utjämning av flödena i spillvattennätet.

Resultatet blir ur kapacitetssynpunkt för spillvattennätet detsamma. Men totalt sett, med hänsyn tagen till ekonomi, recipientpåverkan, vattenbalans etc blir resultaten vitt skilda.

Analysen av det befintliga avloppsnätet har utförts med NIVA-modellen, vilken beskrivs i kapitel 5. Utgående från de två principiellt skilda åtgärdsalternativen a/ och b/ ovan har 5 åtgärdsalternativ analyserats för duplikatsystem och 5 för kombinerat system, inalles 10 åtgärdsalternativ. Vid dessa analyser har det befintliga avloppssystemet varit kompletterat med ett tänkt reningsverk med mekanisk-kemisk rening.

## Åtgärdsalternativ:

DUPLIKATSYSTEM	KOMBINERADE SYSTEM
D1 - Existerande duplikatsystem	K1 - Dimensionerat kombinerat system
D2 - Nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet överförd till dagvattennätet	K2 - Reducerad hårdgjord areal
D3 - Nederbördsavhängig inläckning infiltrerad lokalt. Reduktion av dränvattenflödet i spillvattennätet med 50%	K3 - Reduktion av dränvattenflödet med 100% - hypotetiskt
D4 - Samma som D2 men med reducerad hårdgjord areal och 100% reduktion av dränvattenflödet - hypotetiskt	K4 - Lokal fördröjning av dagvattnet
D5 - Existerande duplikatsystem med lokal fördröjning av dagvattnet och utjämning av spillvattnet	K5 - Utjämning av flödena

Förutsättningarna för de olika alternativen finns redogjorda för i kapitel 6.

Resultaten från analysen av de 10 åtgärdsalternativen, se kapitel 7, kan ställas mot de generella målen så som de formulerats i inledningen. Härigenom kan de alternativ som ger den bästa måluppfyllelsen tas fram, vilka redogörs för nedan.

*Vattenbalansen i området störs minst, om ett kombinerat alternativ enligt K3 eller ett duplikat alternativ enligt D4 väljs. Båda förutsätter helt täta avloppsledningar.*

*Med tanke på de störningar föroreningsutsläppen kan förorsaka i recipienten är det kombinerade alternativet K5 att föredra. I det fall ett duplikatsystem redan föreligger bör ett system enligt alternativ D4 väljas. Det kombinerade systemet förutsätter omfattande utjämning av flödena. Duplikatsystemet förutsätter täta avloppsledningar och fullständig separering av dagvatten och spillvatten.*

*Med tanke på översvämningensrisken bör ett kombinerat alternativ enligt K4 väljas. I det fall ett duplikatsystem måste väljas är alternativen D2, D3 och D4 likvärdiga. Förutsättningen för alternativ K4 är att dagvattnet fördröjs lokalt. För alternativen D2, D3 och D4 är förutsättningarna hög separeringsgrad mellan dagvatten och spillvatten och relativt täta ledningar.*



Slutsatser:

För att uppfylla de mål som uppställts för avloppsvattenhanteringen måste följande punkter iakttas:

- Avloppsledningarna måste vara täta för att förhindra utdränering.
- Duplikatsystem skall vara fullständigt separerade med avseende på dagvatten och spillvatten.
- Kombinerade system skall ha möjligheter för utjämning av flöden för att förhindra bräddning av orenat vatten.
- Dagvatten skall infiltreras nära källan eller fördröjas på annat sätt.
- Vattenbalansen påverkas mer negativt av otäta ledningar än av ökad hårdgörningsgrad.

## FÖRORD

Föreliggande rapport är resultatet av ett samarbete mellan Göteborgs vatten- och avloppsverk, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i Oslo och Chalmers tekniska högskola (CTH). Samarbetet har skett i ett projekt kallat "Planeringsmodeller för dagvatten". Projektet har finansierats av Statens råd för byggnadsforskning (BFR proj.nr 760080-8) och de deltagande institutionerna. Rapporten utgör slutrapport på delen om NIVA-modellen som planeringsverktyg.

Vid planeringen och genomförandet av projektet har förutom författarna medverkat: Valter Svantesson och Nils-Georg Andersson från Göteborgs va-verk, Peter Balmér från NIVA (numera CTH) och Per-Arne Malmquist, CTH. Fältarbetena har i huvudsak utförts av Lars-Ove Sörman och Börje Sjölander från CTH.

Rapporten om NIVA-modellen som planeringsverktyg har utformats av författarna tillsammans. Dock har texten författats av Gilbert Svensson medan Kjell Øren gjort beräkningarna med NIVA-modellen och sammanställt resultaten.

Göteborg i april 1979

Gilbert Svensson

Kjell Øren

## 1. INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Dagvattenproblematiken har under 1970-talet kommit att inta en central ställning i kommunernas miljövårdsprogram. Betydelsen av ett lämpligt omhändertagande av dagvattnet har ökat i takt med utbyggnaden av reningsverken för spillvatten. Många exempel finns på olägenheter av olämpligt hanterande av dagvatten, både ur teknisk och ekologisk synpunkt.

Målsättningen vid hanteringen av dagvattnet bör utgå från följande punkter:

- Dagvatten är en resurs som bör tas till vara.
- Med få undantag är målet att den lokala, naturliga vattenbalansen ej får rubbas.
- Recipientens ekologiska balans bör ej störas genom belastning från dag- och bräddvatten.
- Samhället skall i möjligaste mån skyddas mot översvämningar.
- Kostnaderna skall minimeras.

Den praktiska tillämpningen av dessa punkter vid planering och utförande av dagvattenanläggningar medför bl a att lösningar som innebär lokalt omhändertagande - magasinering, infiltration, perkolation etc. - alltid bör eftersträvas, (punkterna 1 och 2). Överskott av dagvatten avleds direkt till recipient om dagvattnets sammansättning och recipientens kapacitet medger detta, (punkt 3). Om så ej kan ske måste dagvattnet renas, antingen i reningsverk för spillvatten (kombinerat system) eller i särskild behandlingsanläggning (duplikatsystem). Av drifts- och kostnadsskäl samt för att skydda recipienten bör flödesutjämning eftersträvas. Lösningen blir i varje enskilt fall en funktion av de lokala förutsättningarna, såväl naturgivna som av de existerande tekniska anordningarna.

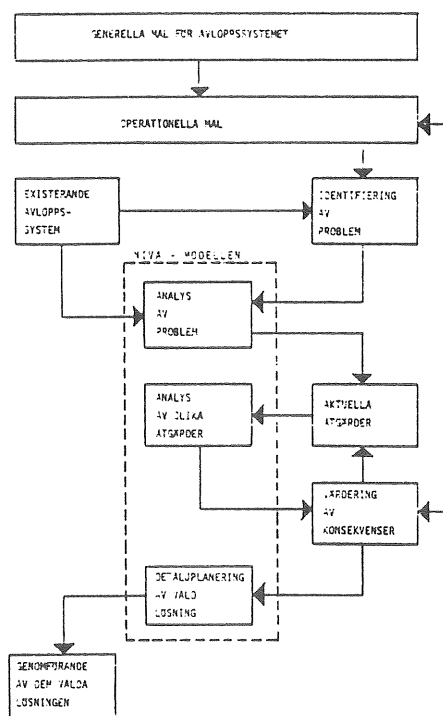
Utredningar om dagvattnets omhändertagande blir, mot bakgrund av det ovan sagda, med nödvändighet tämligen omfattande. Hänsyn skall tas till ett stort antal faktorer och ofta finns flera tänkbara handlingsalternativ, särskilt när större områden, som hela kommuner eller avrinningsområden till en recipient, skall utredas. Ett redskap för detta arbete är s k planeringsmodeller för dagvatten.

## 1.2 Syfte

Åtgärder i befintliga avloppssystem måste planeras efter en bestämd handlingslinje. Denna kan uttryckas med ett antal punkter, vilka följer nedan:

- Målsättning för dagvattenhanteringen (Behandlas i kap 2.)
  - a) Uttryckt i generella mål
  - b) Precisering av de generella målen så att de kan användas för styrning
- Utredning av vad som orsakar problemen i det existerande avloppsnätet. (Behandlas i kap 3 och 4.)
- Analys av problemet för att finna orsaker och aktuella åtgärder. (Behandlas i kap 4.)
- Analys och värdering av olika åtgärdsalternativ. (Behandlas i kap 7.)
- Detaljerad planering av den valda lösningen.
- Genomförande av vald lösning.

Syftet med föreliggande rapport är att beskriva de fyra första punkterna för en studie av ett befintligt avloppsnät i Torslanda. Vid värdering av olika åtgärdsalternativ är kostnaderna en styrande faktor. I denna studie har emellertid inte ingått att analysera kostnaderna för olika alternativ.



Figur 1. Handlingslinje vid planering av avloppssystem.

## 2. HANTERING AV AVLOPPSVATTEN

### 2.1 Generella mål

Urbanisering är ett ingrepp i naturen som leder till produktion av spillvatten och förorenat dagvatten. Genom olika tekniska lösningar tas det förorenade vattnet om hand för att orenat eller renat släppas ut i en recipient. Den generella målsättningen för dagvattenhanteringen kan skrivas:

1. Dagvatten är en resurs som bör tas till vara.
2. Den lokala, naturliga vattenbalansen bör störas minst möjligt.
3. Den ekologiska balansen i recipienten bör inte störas med belastningar från spillvatten, bräddvatten eller dagvatten.
4. Bebyggelsen skall skyddas mot översvämningar.
5. Kostnaderna skall minimeras.

För planläggningsändamål behövs dessutom mått på hur bra olika system uppfyller de generella målen. Följande fråga måste således besvaras:

- Hur skall olika systemlösningar jämföras, dvs hur skall de generella målen kvantifieras och hur skall resultatet jämföras?

Schematiskt kan det framställas på följande sätt:

Generellt mål	Indikator- operationellt mål
Punkt 1	Andel dagvatten som förs ut från området
Punkt 2	Förändringar i grundvattennivå
Punkt 3	a) Förorening tillförd - lokalrecipient - huvudrecipient mätt i kg/år eller kg/regn b) Utsläppsfrekvens ställd mot storleken på utsläppet
Punkt 4	Beräknad frekvens av översvämningar

### 2.2 Handlingsalternativ

#### 2.21 Duplikatsystem

Avloppssystem fungerar ofta inte som planerat. Figur 2 visar schematiskt hur spillvattennätet och dagvattennätet kan fungera i dagens duplikatsystem.



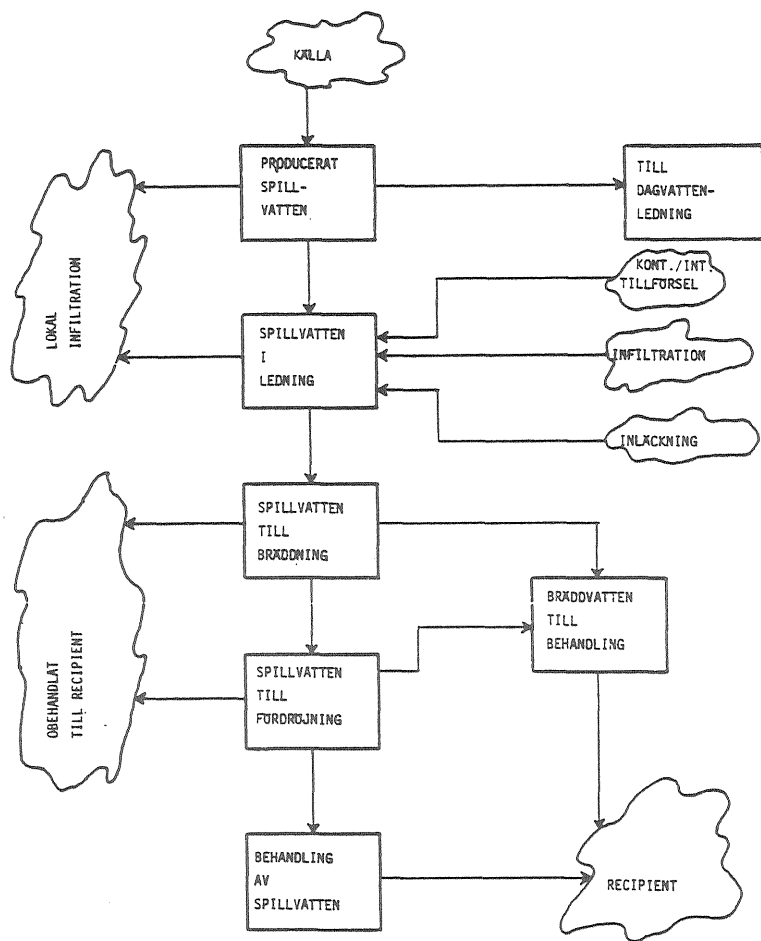


Fig. 2A

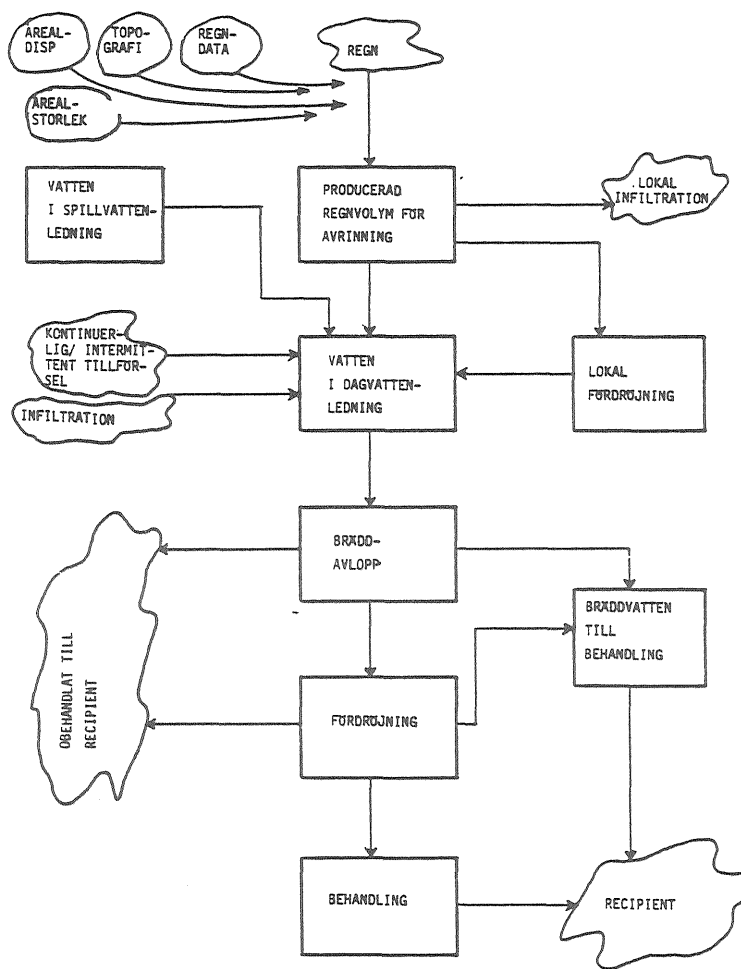


Fig. 2B

Figur 2. Teoretisk funktion hos ett duplikatsystem. A- spillvattennät. B- dagvattennät.

Figur 2A kan kompletteras med följande förklaringar:

- Producerat spillvatten beror av antalet personer i området och vattenförbrukningen.
- Det producerade spillvattnet kan föras till markrecipient genom infiltration eller till ledningssystem. Vid felkoppling eller läckage kan spillvattnet bli tillfört dagvattenledningen.
- Förutom spillvatten tillförs spillvattenledningen vatten genom dräneringsledningar, infiltration och nederbördsavhängig inläckning.
- I områden där det avskärande ledningssystemet inte har tillräcklig kapacitet kan en del vatten gå till lokalrecipient utan rening och resterande till slutlig behandling i reningsverk.

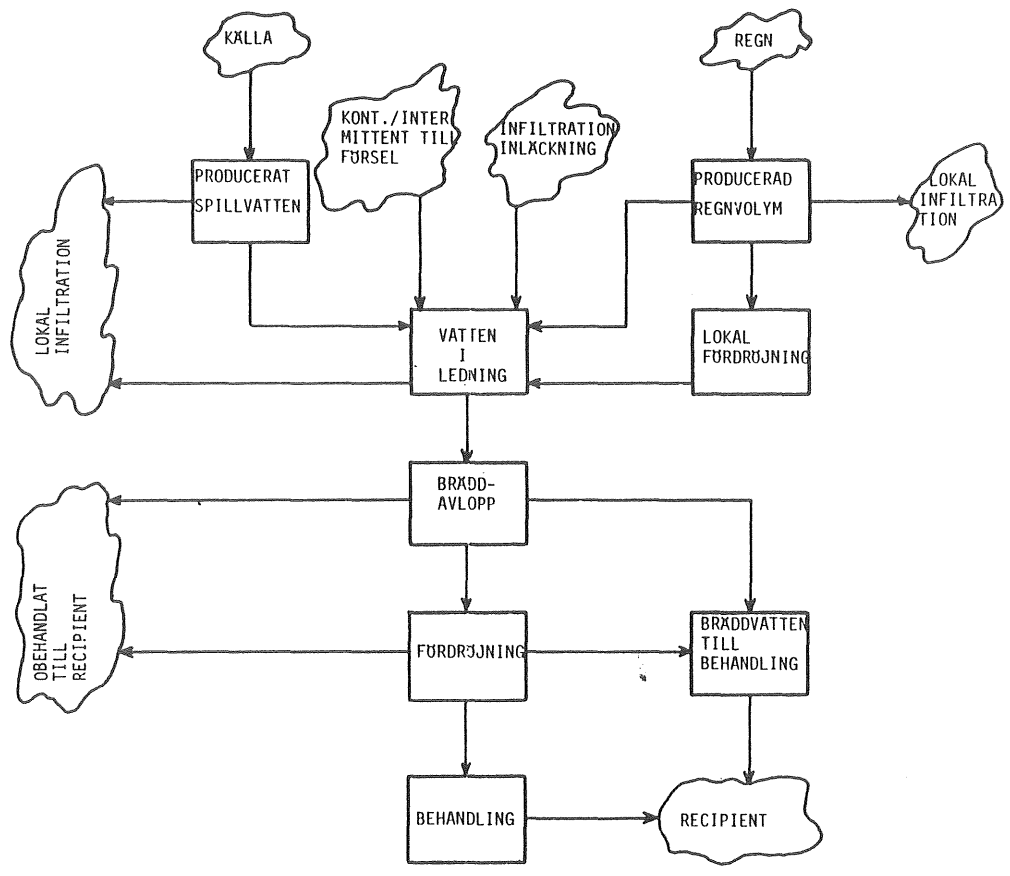
Figur 2B kan kompletteras med följande förklaringar:

- Beroende på nederbörd, topografi, disponering av området och storlek av området produceras en viss dagvattenvolym som avrinner.
- Dagvattnet kan gå till lokal infiltration, lokal fördröjning eller dagvattenledning. Fördröjningsåtgärderna kan utgöras av hustak, konstgjorda bassänger eller naturliga bassänger.
- Annan tillrinning till dagvattennätet är felkopplat eller inläckande spillvatten, fasta anslutningar och grundvatteninfiltration.
- Genom åtgärder som bräddavlopp och fördröjning regleras vattenmängden som går obehandlad till recipient eller till behandlingsanläggning.

## 2.22 Kombinerat system

Figur 3 visar det kombinerade systemets funktion och kan kompletteras med följande förklaringar:

- Allt vatten som tillförs ledningssystemet samlas i en ledning.
- Periodvis kommer bräddavloppen att vara i funktion och bräddvattnet släpps med eller utan behandling till lokalrecipient.
- Genom fördröjningsåtgärder kan de utsläppta flödena reduceras.

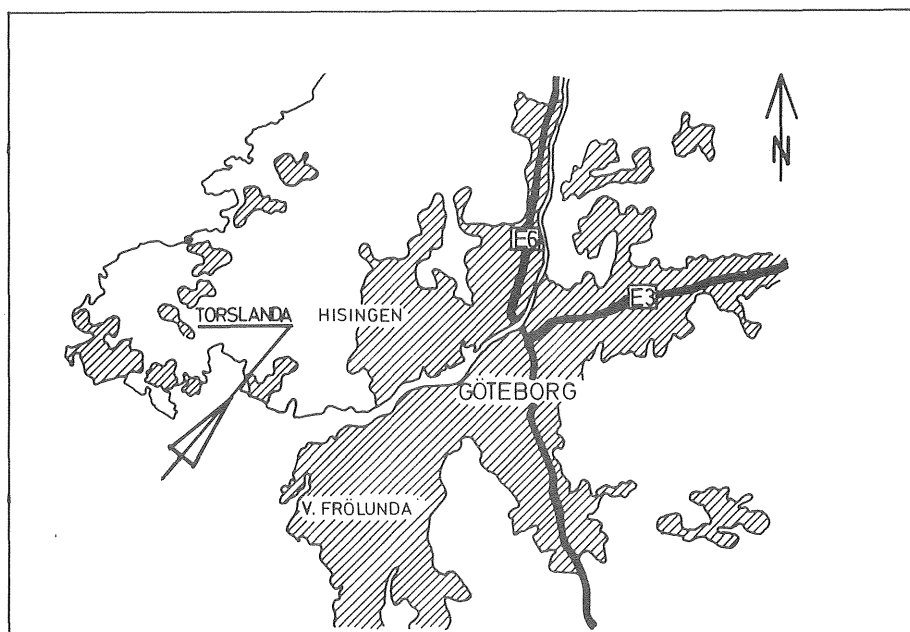


Figur 3. Teoretisk funktion hos ett kombinerat system.

### 3. AVRINNINGSSOMRADET

#### 3.1 Läge

Torslanda är beläget på västra delen av Hisingen i Göteborg, (se fig 4). Området tillhörde tidigare Torslanda kommun, men är nu införlivat med Göteborg. Områdets gränser utgörs huvudsakligen av vattendelare. Den totala arealen är ca 3 km<sup>2</sup>. I grova drag kan området sägas omfatta två större lerfyllda dalsänkor omgivna av bergsområden. Bebyggelsen är huvudsakligen lokaliserad till dalsänkorna.



Figur 4. Karta över Göteborgsområdet.

#### 3.2 Geologi i huvuddrag

Området ligger i sin helhet under marina gränsen och domineras ytmässigt av bergspartier med stort inslag av smärre sprickdalar med ler- eller svallmaterial. Två större dalsänkor med betydande (10-30 m) lerlager finns, dels en långsträckt, relativt smal sprickdal som skär in i området från sydost, dels ett större sammanhängande område i den centrala och norra delen. Inom dessa områden går leran i dagen och ytlagret är utbildat som en 0,5-1,5 m tjock torrskorpa. Leran underlagras inom vissa delar av tunnare lager friktionsjord. I smärre dalsänkor överlagras ofta leran av svallmaterial med varierande mäktighet. Friktionsmaterial förekommer i övrigt sparsamt dels som mindre moränpartier dels som utfyllnad i grunda och ofta högt belägna små sprickdalar.

Infiltrationskapaciteten i områdena med samlad bebyggelse har uppskattats. Bebyggelsen är huvudsakligen koncentrerad till terrängtyperna: lager av svallmaterial på lera och lera. Den förra terrängtypen ger förutsättning för utbildande av en begränsad akvifär i ytlagret. Möjligheterna för fortsatt infiltration från denna akvifär är begränsade.

Infiltrationskapaciteten i dessa områden kommer alltså att bli beroende av ytskiktets aktuella mättnadsgrad, dvs regnets varaktighet kommer att vara en viktig faktor. De lokala variationerna inom dessa områden är stora beroende på att ytskiktet avbanats eller bara kompakterats vid utbyggnaden av området. Infiltrationskapaciteten för "lager av svallmaterial på lera" uppskattas till 20-80 mm/h.

För den senare terrängtypen, "lera", är förutsättningarna för infiltration dålig. Infiltrationskapaciteten uppskattas till 0-20 mm/h.

### 3.3 Bebyggelse

#### 3.31 Allmänt

Bebyggelsens utbredning framgår av figur 5. Den är koncentrerad till de i föregående avsnitt nämnda dalsänkorna med betydande lerlager och omfattar dels bebyggelse med större flerfamiljshus och servicebyggnader i de centrala delarna dels bebyggelse med radhus, villor och mindre flerfamiljshus i den norra delen. Större delen av denna bebyggelse är uppförd under de senaste 20 åren. I de södra delarna finns äldre bebyggelse med omväxlande villor och småindustri.

Området genomkorsas av Kongahällavägen från södra gränsen till nordöstra gränsen.

#### 3.32 Utbredning, hårdgörningsgrad

Avrinningsområdet består av tre delavrinningsområden: Torslanda - Nolered som mynnar i korsningen Torslandavägen - Kongahällavägen, Torslanda - Hög som mynnar i Madbäcken i norr och Torslanda - Lottkärr som mynnar i Lottkärr i nordväst. Se figur 5. I tabell 1 anges areal med sammanhängande bebyggelse inom varje delområde och andel hårdgjord areal av densamma.

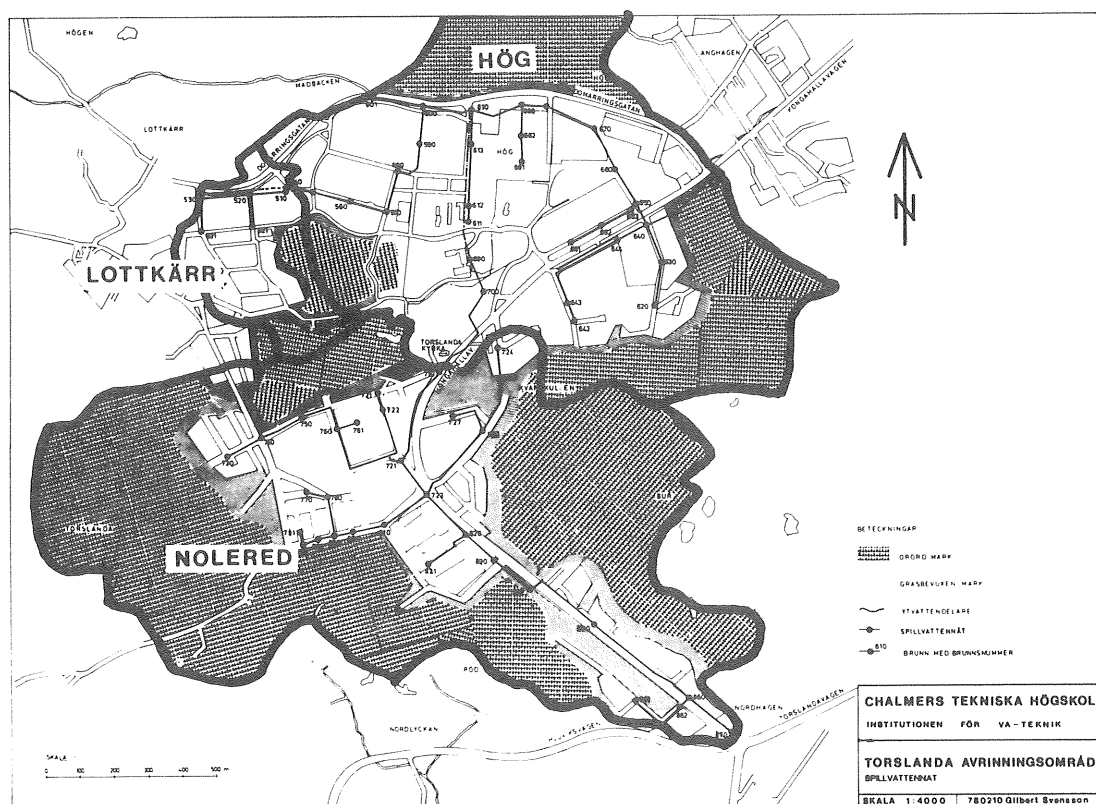


Tabell 1. Sammanställning av total, bebyggd och hårdgjord areal för olika delområden i Torslanda avrinningsområde.

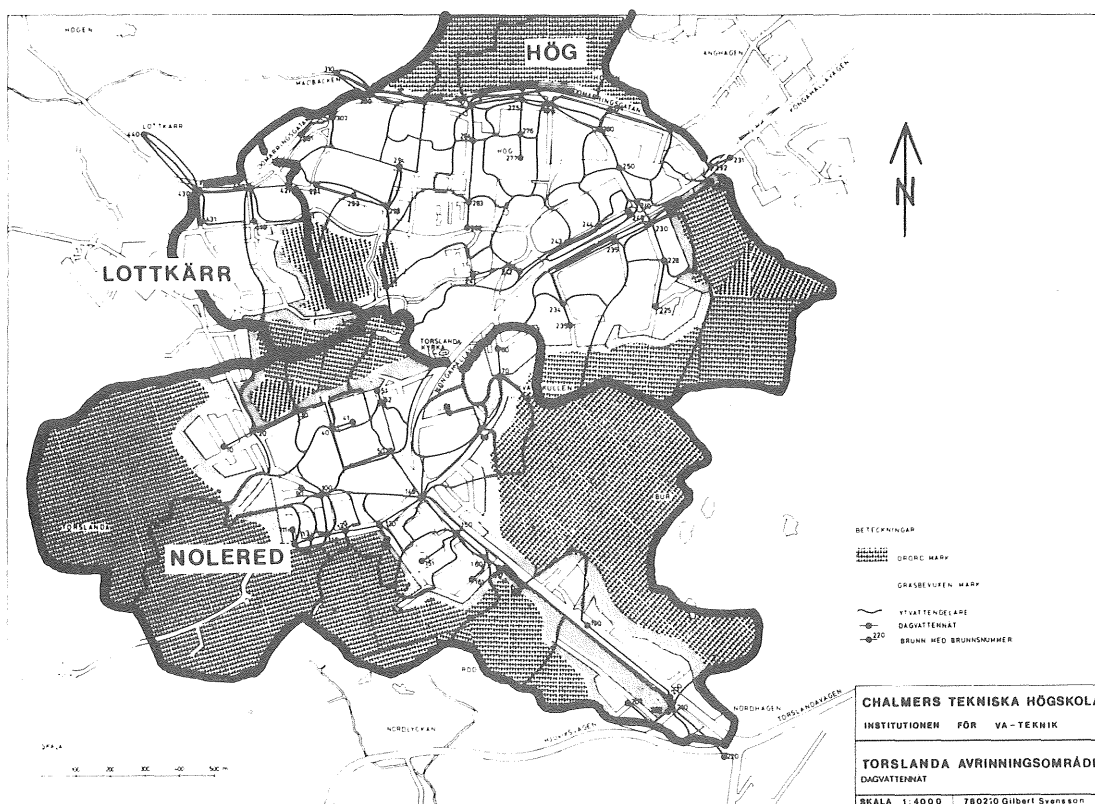
Avrinningsområde	Total areal (ha)	Samlad bebyggelse		
		Total areal (ha)	hårdgjord areal (ha)	(%)
Nolered	210	73	20,5	28
Hög	130	66	23,4	35
Lottkärr	24	19	1,8	9
Torslanda-hela	364	158	45,7	29

### 3.33 Typ av bebyggelse, invånarantal

De centrala delarna av området kring Noleredstorg är bebyggda med större flerfamiljshus. Väster därom domineras bebyggelsen av äldre villor. Områdets södra del kring Kongahällavägen är dominerad av småindustrier och en del äldre bostadshus. Bostadsområdena norr och nordöst om Noleredstorg består av huvudsakligen radhus som byggts under de senaste femton åren.



Figur 5. Torslanda avrinningsområde med spillvattennätet inlagt.



Figur 6. Torslanda avrinningsområde med dagvattennät och delavrinningsområden inlagda.

Befolkningen är koncentrerad till radhusområdena i norr och områdena närmast Torslanda kyrka. Totalt bor 5850 innevånare i avrinningsområdet. I tabellen nedan visas befolkningens fördelning på avrinningsområden.

Tabell 2. Befolkningsfördelning inom Torslanda avrinningsområde.

Avrinningsområde	Antal innevånare
Nolered	2.060
Hög	3.600
Lottkärr	190
Torslanda-hela	5.850

### 3.34 Utbyggnadsplaner

Den planerade utbyggnaden uppgår till 700-900 lägenheter fördelade på fyra områden. Dessa är Röd, sydväst om Noleredsområdet, Bur, öster om Kongahällavägen, Hög norra och Österröd, väster om Lottkärr.

Samtliga fyra områden kommer att belasta det befintliga spillvattennätet i Torslanda. Hög norra kopplas till pumpstationen i Högområdet och Österröd kopplas till pumpstationen i Lottkärrområdet. Områdena Bur och Röd kommer att anslutas till den befintliga spillvattenledningen i Kongahällavägen.

### 3.4 Vatten- och avloppsförsörjning

Området försörjs med vatten från Göteborgs huvudvattennät. Huvudledningen kommer in vid korsningen Torslandavägen - Kongahällavägen. I denna punkt finns möjlighet att registrera vattenförbrukningen för hela avrinningsområdet. I området finns också en vattenreservoar, vilken dock inte är i drift.

Avloppsnätet är utbyggt med duplikatsystem således separata ledningar för dagvatten och spillvatten. Den södra delen längs Kongahällavägen har emellertid ett öppet dagvattensystem.

Graden av separering varierar över området dels beroende på olika ålder hos ledningarna, dispens från att koppla dränvatten-takvatten till dagvattenledning medgavs ofta förr, dels beroende på otäta ledningar genom sättningar.

I spillvattennätet finns två pumpstationer, en i Lottkärrområdet och en i Högområdet. Båda pumpstationerna är överdimensionerade med hänsyn till den spillvattenföring som finns idag. Lottkärripumpstationen har maxkapaciteten ca 18 l/s medan medelspillvattenföringen är ca 2 l/s. I Högpumpstationen är maxkapaciteten ca 160 l/s och medelspillvattenföringen 25 l/s. Lottkärrområdet är för närvarande under succesiv utbyggnad och vid full utbyggnad blir överkapaciteten inte anmärkningsvärt stor. Högområdet däremot är fullt utbyggt. Nyexploateringar som kommer att utnyttja pumpstation finns planerade, men även vid en omfattande utbyggnad, en utökning av befolkningen med 3 gånger den nuvarande, skulle kapaciteten vara tillräcklig.

Huvudspillvattenledningen från pumpstationen i Högområdet fram till utsläppspunkten från området har likaledes mycket högre kapacitet (ca 200 l/s) än vad spillvattenföringen motsvarar, ( $q_{medel}$  är 20-30 l/s). Eventuella felkopplingar av dagvatten till spillvattenledningen, inläckage på grund av otäta ledningar etc. ger sig således inte till känna genom uppdämning eller bräddning eftersom ledningssystemet har stor överkapacitet.

Spillvattennätet mynnar i korsningen Kongahällavägen-Torslandavägen. Fram till mitten av 1977 fanns där en slamavskiljare, vilken spillvattnet

passerade innan det via en ledning under Torslanda flygfält släpptes ut i Göta älvs mynning. Numera förs spillvattnet till Göteborgsregionens avloppsreningsverk, Ryaverket.

### 3.5 Recipienter

Torslandaområdet har tre recipienter för dagvatten och bräddat spillvatten. Huvudrecipient är Göta älvs mynning dit dagvattnet från Noleredsområdet leds. Fram till mitten av 1977 leddes också slamavskilt spillvatten dit från hela Torslanda.

Lokalrecipienter är Madbäcken och Lottkärr. Dagvatten från Högområdet leds till Madbäcken liksom eventuellt bräddat spillvatten från pumpstationen. Till Lottkärr leds dagvatten från Lottkärrområdet liksom spillvatten som eventuellt bräddas från pumpstationen.

#### 4. EXISTERANDE AVLOPPSNÄTS FUNKTION - ÅTGÄRDER

##### 4.1 Funktionskontroll av existerande avloppsnät

Kunskap om avloppsnätets funktion erhålls bäst genom mätning av vattenföringar och jämförelse av uppmätta vattenvolymer med teoretiskt framräknade. Därvid baseras spillvattenföringen på renvattenförbrukningen och dräneringsvattentillskottet. Dagvattenföringen baseras på nederbördsvolymen och de till ledningsnätet kopplade ytorna. Stora avvikelser mellan uppmätta volymer och beräknade volymer ger anledning till misstanke om att nätet inte fungerar på avsett sätt.

##### 4.2 Mätprogram

Nederbörds-mätning utfördes med befintlig mätare på Torslanda flygplats. Nederbörden registreras där kontinuerligt och det finns möjlighet att utvärdera dygnsnederbörd såväl som momentan nederbördsintensitet. Nederbörds-mätarens placering några hundra meter söder om avrinningsområdet medför att nederbördsvärdena inte är helt representativa för avrinningsområdet.

Spillvattenflödet registrerades dels i Högområdets pumpstation dels i utloppspunkten för hela Torslandaområdet. Mätningarna i pumpstationen gav spillvattenflödet från Hög- och Lottkärrområdena. Flödet beräknades ur pumparnas gångtid och deras kapacitet. Mätningarna i utloppspunkten utgjordes av nivå-mätning i två punkter varur flödet för hela Torslandaområdet kunde beräknas.

Renvattenförbrukningen registrerades parallellt med att spillvattenflödet mättes för hela Torslandaområdet. Utslaget på hela befolkningen i området var förbrukningen 210 l/p d eller 14,2 l/s.

Dagvattenavrinning mättes från Högområdet och den del av Noleredområdet som har slutet dagvattensystem. Mätstationerna bestod av V-format skarpkantat mätöverfall och nivå-mätare, typ ekoljud. Nivån registrerades på avrullande papper. Genom problem med dämning nedströms mätöverfallet i Högområdet kunde endast små avrinningar registreras. De resultat som redogörs för nedan grundar sig således i huvudsak på mätningarna i Noleredområdet.



### 4.3 Mätperioder

Mätningarna utfördes under tre perioder hösten 1976. Perioderna var:

Period I: 3 september - 29 september 1976

Period II: 10 oktober - 25 oktober

Period III: 23 november - 2 december

Nederbördsvolym för varje period, antal regntillfällen och högsta uppmätta nederbördsintensitet visas i tabell 3.

Tabell 3. Nederbörd under varje mätperiod.

Period	Nederbörd (mm)	Antal regn	Maximal intensitet (mm/h)
I	45,2	23	4,70
II	60,6	12	1,39
III	61,8	17	3,90

### 4.4 Avloppsnätets funktion vid torrväder

Vid torrväder karakteriseras spillvattenflödet av den dygnsvariation som är betingad av vattenförbrukningens dygnsvariation. Medelspillvattenföringen överstiger dock medelvattenförbrukningen beroende på inläckande grundvatten och till ledningssystemet kopplat dräneringsvatten. Dräneringsvattenföringen (inkl. inläckande grundvatten) bestämdes dels genom subtraktion av medelvattenförbrukningen från medelspillvattenföringen dels genom mätning av spillvattenföringen under den tid av dygnet då vattenförbrukningen är noll.

Avrinningen i dagvattennätet karakteriseras av inläckande grundvatten och perkolerat dagvatten. Flödet är således under torrväder beroende av nederbördsvolymen under varje betraktad period.

I tabell 4 anges dräneringsvattenflödet i spillvattenledningarna under de olika mätperioderna för hela Torslandaområdet och för Lottkärr - och Högområdena tillsammans.

Av tabell 4 framgår att Lottkärr och Högområdena har högre andel dräneringsvatten per km ledning än hela området har, vilket innebär att Noleredområdet har lägst andel dräneringsvatten.

Tabell 4. Dräneringsvattenflöde i spillvattennätet för hela Torslandaområdet och för Lottkärr- och Högområdena tillsammans.

Period	Dräneringsvattenflöde			
	hela Torslanda ( $1/s \cdot km^2$ )( $1/s \cdot km$ ledning)		Lottkärr + Hög ( $1/s \cdot km^2$ ) ( $1/s \cdot km$ ledning)	
I	2,9	0,39	3,4	0,48
II	3,2	0,44	4,3	0,61
III	5,2	0,71	8,2	1,15

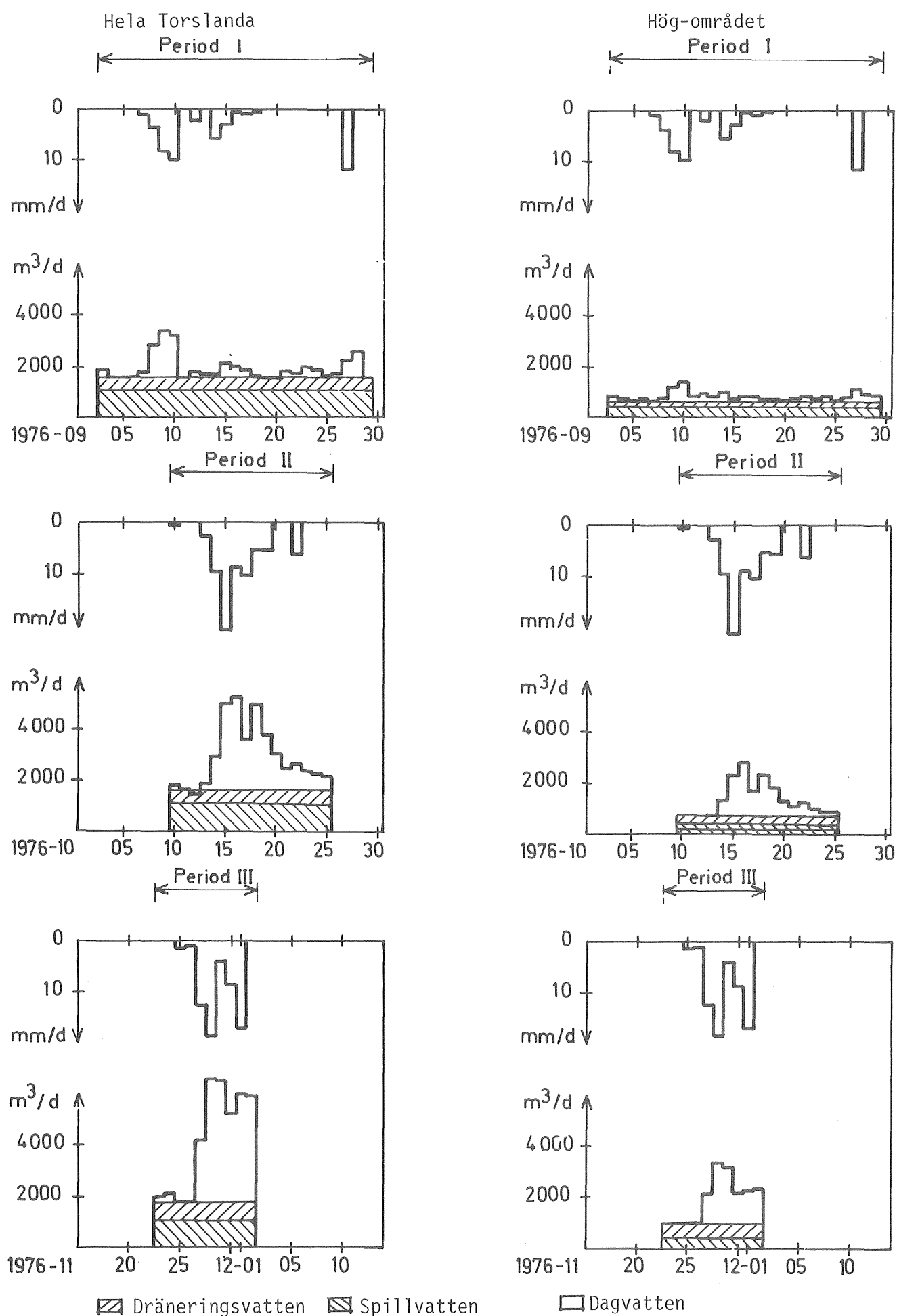
Tabell 5 visar dräneringsvattenflödet i dagvattenledningarna. Ingen signifikant skillnad finns mellan Noleredområdet och Högområdet där mätningarna utförts. Lottkärrområdet antas ha samma dräneringsvattenflöde.

Tabell 5. Dräneringsvattenflöde i dagvattennäten i Nolered, Hög och Lottkärr.

Period	Dräneringsvattenflöde	
	( $1/s \cdot km^2$ )	( $1/s \cdot km$ ledning)
I	1,4	0,17
II	0,9	0,11
III	2,3	0,27

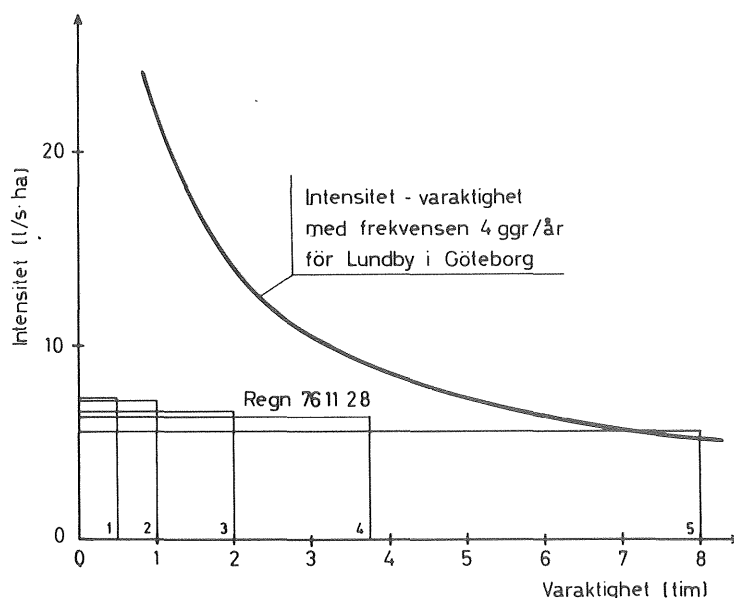
#### 4.5 Avloppsnätets funktion vid regnväder

Avrinningen i spillvattennätet består av en blandning av dräneringsvatten, spillvatten och dagvatten under regnperioder. Den normala flödesvariationen under dygnet döljs av dagvattenavrinningen i spillvattennätet. Nederbördsvolym per dygn och avrunnen volym i spillvattennätet per dygn för perioderna I, II och III visas i figur 7. Av figuren framgår att regn ger direkt utslag på avrinningen i spillvattennätet. Dygnet 27:e och 28:e november 1976 var medelvattenföringen från hela Torslanda 80 l/s vilket skall jämföras med medelvattenföringen vid torrväder, 20 l/s. Det högsta flödet från hela området uppmättes under dygnet 76 11 28 då flödet uppgick till 200 l/s, dvs



Figur 7. Nederbördsvolym per dygn och avrunnen volym i spillvatten-nätet per dygn för mätperioderna I, II och III.

10 gånger vattenföringen under torrväder. Under samma dygn föll totalt 18 mm regn under 10 timmar. Medelintensiteten var således 1,8 mm/h. En intensitets varaktighetskurva för regnet visas i figur 8. Blockregn nr 5.



Figur 8. Intensitet-varaktighetskurva för regnet 76 11 28 12:24-22:24.

i figuren motsvarar ungefär ett regn med frekvensen 4 gånger per år för Göteborg. Anledningen till att detta regn gav ett så högt flöde finns att söka i det faktum att hösten 1976 var nederbördsrikare än vanligt samt att även permeabla ytor bidrog till avrinningen under novembermätperioden. Det senare framgår också av tabell 6.

Avrinningen i dagvattennäten följer ett normalt mönster förutom att den avrunna volymen är mindre än den teoretiskt beräknade.

Tabellerna 6 och 7 visar avrinningens fördelning på spillvattennät resp. dagvattennät dels för hela Torslanda dels för Lottkärr- och Högområdet tillsammans.

Av tabellerna 6 och 7 framgår att spillvattennätet transporterar ca en tredjedel av den totalt avrunna volymen. Detta innebär att avloppssystemet är dåligt separerat. En trolig orsak till den höga dagvattentillförseln är koppling av dräneringsledningar, som även tar emot takvatten, till spillvattensystemet. Denna orsak kan emellertid inte förklara hela dagvattenvolymen eftersom den totala takytan i Torslandaområdet utgör

Tabell 6. Nederbörd och avrinning för hela Torslandaområdet.  
Endast areal med samlad bebyggelse.

Period	Nederbörd (mm)	Avrinning					
		Total		Spillvattennät		Dagvattennät	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Ia	34	12	36	4,8	39	7,4	61
Ib	11	4,2	38	1,2	29	3,0	71
II	61	38	62	14	37	24	63
III	62	56	91	16	29	40	71

Ia: 76 09 03 - 20, Ib: 76 09 20 - 29

Tabell 7. Nederbörd och avrinning för Lottkärr- och Högområdet  
tillsammans. Endast areal med samlad bebyggelse.

Period	Nederbörd (mm)	Avrinning					
		Total		Spillvattennät		Dagvattennät	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Ia	34	12	36	3,7	31	8,4	69
Ib	11	4,6	42	1,1	24	3,5	76
II	61	40	66	12	30	28	70
III	62	58	93	12	21	46	79

Ia: 76 09 03 - 20, Ib: 76 09 20 - 29

endast ca 15 % av den totala hårdgjorda arealen. I de nyare områdena med radhusbebyggelse är dessutom takvattnet kopplat till dagvattensystemet, om inte direkta felkopplingar gjorts. Takvatten kopplat till spillvattennätet förklarar således högst 25 % av dagvattenvolymen i spillvattennätet.

En annan trolig orsak är överledning av dagvatten från dagvattennätet till spillvattennätet genom otäta ledningar, spillvattenledningen ligger alltid under dagvattenledningen i ledningsgraven. Denna orsak är svår att kvantifiera eftersom det krävs en noggrann genomgång av båda näten sträcka för



sträcka för att konstatera om möjlighet för överledning av vatten finns. Ledningsnäten längs Domarringsgatan i Högområdet (se figur 6), som inspekterats genom filmning, har emellertid bitvis mycket dålig kvalitet, varför överledning av vatten på denna sträcka är trolig.

Anmärkningsvärt är att den totala avrinningen under oktober- och novemberperioderna uppgår till 60-90 % av nederbördsvolymen. Den hårdgjorda arealen uppgår endast till ca 30 % av total areal samlad bebyggelse (tabell 1) vilket innebär att stora delar av de genomträngliga ytorna medverkar till avrinningen. En ytterligare förklaring till den höga dagvattenavrinningen i spillvattennätet skulle då kunna vara att dräneringsledningar från grönområden kopplats till spillvattennätet.

#### 4.6 Åtgärder för att förbättra avloppsnätets funktion

##### 4.61 Precisering av avloppsnätets brister

De brister, som finns i Torslandaområdets avloppsnät, kan sammanfattas under rubriken: Bristande kapacitet i spillvattennätet till följd av nederbördsavhängig inläckning. Avloppsnät med denna typ av brist kan generellt åtgärdas på två olika sätt, vilka beskrivs nedan. Resultatet blir i stort sett detsamma ur kapacitetssynpunkt för avloppsnätet. Men totalt sett, med hänsyn tagen till ekonomi för anläggning, drift och underhåll, föroreningstransport etc ger de två alternativen vitt skilda resultat.

##### 4.62 Alternativ A - avlägsnande av nederbördsavhängig inläckning

Bristen åtgärdas genom att avlägsna den nederbördsavhängiga inläckningen. Detta måste ske dels genom renovering av ledningsnätet för att förhindra överläckning av dagvatten till spillvattennätet dels genom lokalisering av de fastigheter där dagvatten leds till spillvattennätet. För dessa fastigheter kan dagvattnet antingen ledas till dagvattennätet eller infiltreras i marken där gynnsamma förhållanden för infiltration föreligger.

Förutom att den nederbördsavhängiga inläckningen tas bort från spillvattennätet, kommer dräneringsvattenflödet att minska till följd av att ledningarna renoverats.

#### 4.63 Alternativ B - utjämning av flödena i spillvattennätet.

Bristen åtgärdas genom att flödena utjämnas i magasin som byggs in i nätet. Magasinen måste placeras så att ledningsnätets kapacitet inte överskrids för regn med vald återkomsttid. Detta alternativ innebär ett accepterande av att avloppsnätet är dåligt separerat och tillförsel av dagvatten till reningsverk.

#### 4.64 Övrigt - lokal infiltration, borttagande av kantsten etc.

Generellt kan dagvattenvolymer minskas genom minskad hårdgörning av ytor. I befintliga områden kan samma effekt uppnås genom att förhindra vatten från dessa ytor att nå ledningssystemet. Dagvattnet måste emellertid ledas bort från ytorna och tas om hand på något sätt, exempelvis genom infiltration/perkolation.

### 4.7 Alternativa avloppssystem beräknade med NIVA-modellen

Effekterna av olika alternativa åtgärder i Torslanda avrinningsområde undersöktes med hjälp av NIVA-modellen (1, 3). Därvid simulerades totalt 10 olika alternativa system, varav 5 duplikatsystem och 5 kombinerade system.

I tabell 8 på sidan 22 sammanfattas förutsättningarna för de olika alternativen.

Tabell 8. Beskrivning av olika alternativ, simulerade med NIVA-modellen.

Alternativ	Systembeskrivning
DUPLIKAT: D1	Befintligt dagvatten- och spillvattennät.
D2	Nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet överförd till dagvattennätet.
D3	Nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet infiltrerad lokalt. Reduktion av dräneringsvattenflödet i spillvattennätet med 50%.
D4	Nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet överförd till dagvattennätet. Reduktion av den hårdgjorda arealen. Reduktion av dräneringsvattenflödet i spillvattennätet med 100%.
D5	Lokal fördröjning i befintligt dagvattensystem. Utjämningsmagasin i befintligt spillvattensystem.
KOMBINERAT: K1	Dimensionerat kombinerat system.
K2	Reduktion av den hårdgjorda arealen.
K3	Reduktion av dräneringsvattenflödet med 100%.
K4	Lokal fördröjning av dagvattnet.
K5	Utjämningsmagasin i ledningssystemet.

Det befintliga avloppssystemet kompletterades också med ett tänkt reningsverk där spillvattenledningen lämnar avrinningsområdet. Reningsverket förutsattes ha mekanisk-kemisk rening.

## 5. FÖRUTSÄTTNINGAR VID ANVÄNDNING AV NIVA-MODELLEN

NIVA-modellen beskrivs i bl a "Systemanalyse av avlöpsanlegg" (1). Nedan görs en kortfattad beskrivning av NIVA-modellens arbetssätt i den version, som använts för detta projekt. Från och med 1978 finns NIVA-modellen med två olika ytavrinningsmodeller dels den rationella metoden, dels en mer fysikaliskt riktig ytavrinningsmodell från SWMM-modellen (STORM WATER MANAGEMENT MODEL). Den senare beskrivs i (2) och (3).

### 5.1 Nederbördsserier för långtidssimuleringar

De kontinuerliga simuleringarna kräver tillgång till nederbördsdata för en lång följd av år. Med långa nederbördsserier kan resultatet från simuleringarna behandlas statistiskt och sannolika föroreningsutsläpp per år beräknas. Kriterierna för långa simuleringsserier är desamma som vid statistisk bearbetning av nederbördsdata, dvs det behövs några tiotal år för att spridningen i resultaten skall bli acceptabelt liten.

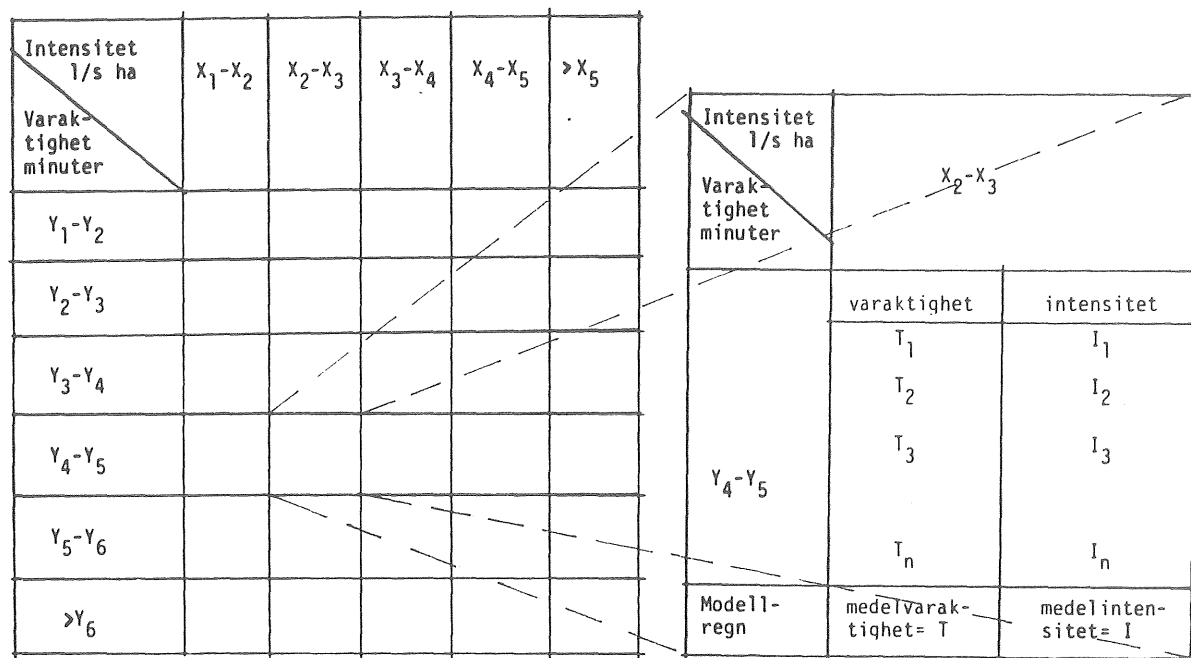
Nedan följer en beskrivning av de uppgifter som i allmänhet behövs för en kontinuerlig nederbördsserie:

Start för regn:	år mån dag timme minut varaktighet
Nederbördsvolym per tidssteg:	RV <sub>1</sub> RV <sub>2</sub> RV <sub>3</sub> .....RV <sub>n</sub>
Start för torr- period:	år mån dag timme minut varaktighet
Start för regn:	år mån dag timme minut varaktighet

O S V

Kontinuerliga simuleringar för 20-30 år blir mycket dyrbara varför olika sätt används för att minska kostnaden. Används uppmätta regn beror kostnaden helt av tidssteget vid simuleringarna, ju längre tidssteg ju lägre kostnad. Beräkningsnoggrannheten minskar emellertid med att tidssteget blir längre varför en avvägning mellan önskad noggrannhet och kostnad måste göras. Nederbördsseriens längd kan också angripas genom att väsentliga parametrar som regnvaraktighet, tid mellan regn, medelintensitet, maxintensitet, regnvolym etc studeras för hela serien. En delmängd kan sedan plockas ut, som har samma egenskaper m a p dessa parametrar, som hela serien. Ytterligare ett annat sätt är att skapa modellregn genom att regnen klassas m a p varaktighet och medelintensitet. Klassas en nederbördsserie hamnar ett visst antal regn i varje klass. Medelvaraktighet och medelintensitet för regnen i varje klass beräknas och utgör klassens modellregn. Finns det tio klasser innebär det att endast tio regn behöver användas för simuleringen.

Simuleringsresultatet för varje modellregn multipliceras med antalet regn i den klass, som modellregnet representerar. Härigenom fås ett resultat som skall motsvara den kontinuerliga simuleringen.



Figur 9. Framtagning av modellregn genom klassindelning av en nederbördsserie.

Vilken typ av nederbördsserie som skall användas i det enskilda fallet avgörs av hur mycket beräkningarna får kosta och med vilken noggrannhet resultaten önskas. Hur mycket beräkningsnoggrannheten minskar vid simuleringar med modellregn i stället för en verklig nederbördsserie går inte att säga i dag eftersom ingen har utfört en sådan analys.

## 5.2 Beräkningsgång för NIVA-modellen

### 5.2.1 Ytavrinningsmodell

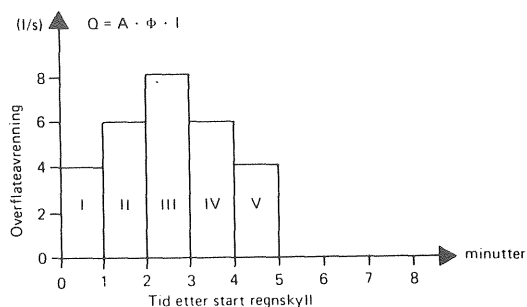
Ytavrinningsmodellen beräknar en vattenföring,  $q(t)$ , för varje inloppsbrunn på ledningsnätet för varje givet tidsintervall  $\Delta t$ . Beräkningen sker i följande steg:

- A. Från ingångsvärdena hämtas en regnintensitet,  $i(t)$ , och en avrinningskoefficient,  $\varphi(t)$ , för alla inloppsbrunnar och tidsintervall. Avrinningen från varje delområde beräknas för alla inloppsbrunnar och tidsintervall med följande formel:

$$q(t) = A \cdot i(t) \cdot \varphi(t)$$

A = delområdenas areal

Med tidsintervallet  $\Delta t = 1$  minut blir resultatet det som visas i figur 10 för vissa givna värden på A,  $\varphi(t)$  och  $i(t)$ .

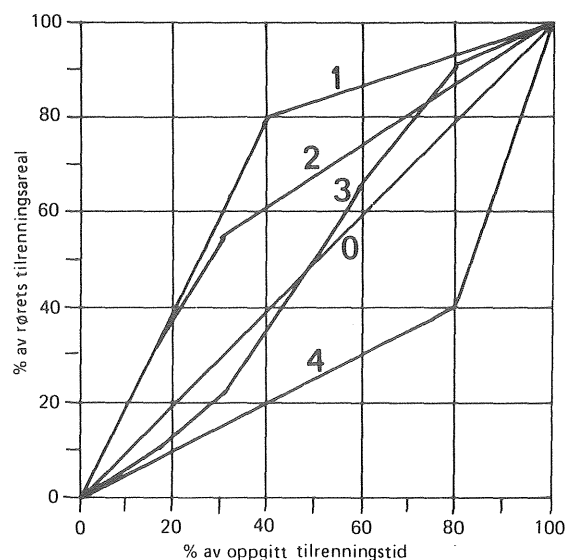


Figur 10. Producerad avrinning för varje minut, (efter Lindholm) (1).

- B. Den fördröjda tillrinningen till inloppsbrunnarna beräknas ur givna tillrinningstider och tillrinningsfunktioner för alla delområden för varje tidsintervall.

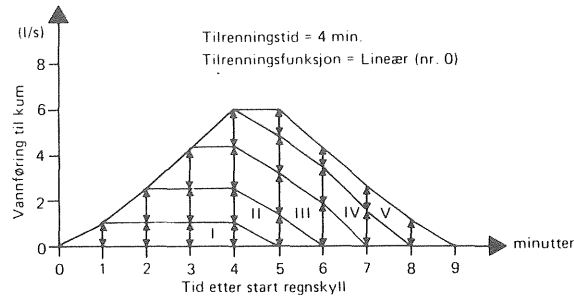
Tillrinningstiden är den tid en vattendroppe behöver för att komma från den mest avlägsna punkten i delområdet till inloppsbrunnen.

Tillrinningsfunktionen beskriver hur delområdet medverkar till avrinningen innan hela området medverkar. Olika tillrinningsfunktioner visas i figur 11.



Figur 11. Tillrinningsfunktioner, (efter Lindholm) (1).

Om tillrinningsfunktionen är lineär (nr 0 i figur 10) och exemplet i figur 10 används, kommer avrinningen från delområdet att ha det utseende som figur 12 visar. I exemplet är en tillrinningstid på 4 minuter antagen.



Figur 12. Vattenföring som tillförs ledningsnätet i inloppsbrunnen, (efter Lindholm) (1).

C. Avrinningen från varje delområde antas komma in i ledningsnätet i övre änden av delområdet. Vid kombinerat system överlagras spillvattenföringen från delområdet i samma punkt.

De ingångsvärden som behövs för en beräkning är följande:

- Nederbördsintensiteter
- Areal för delområdena
- Andel hårdgjord areal
- Avrinningskoefficienter för hela arealen eller för den hårdgjorda arealen. Dessa kan ges som funktion av tiden från regnstart.
- Tillrinningstid
- Tillrinningsfunktion

Nederbördsintensiteterna väljs från uppmätta regn eller ges som modellregn, typ blockregn.

Arealerna fås från kartor över området.

Avrinningskoefficienten kan dels ges som en konstant för hela delområdet eller endast den hårdgjorda arealen dels som en tidsberoende funktion. I det senare fallet kan emellertid inte olika funktioner ges för olika delområden utan alla får samma, om inte en konstant avrinningskoefficient givits.

Tillrinningstiden som beror av områdets lutning och råhet ges som en konstant för varje delområde. Denna måste uppskattas om inte mätningar föreligger. Ett annat sätt är att uppskatta tillrinningstiden med en noggrannare ytavrinningsmodell för några typområden.

Tillrinningsfunktionen, som i likhet med tillrinningstiden inte påverkar den totalt avrunna volymen utan bara hydrografens form, bestäms på samma sätt som tillrinningstiden.

## 5.22 Ledningsnätmodell

Avrinningen från delområdena tillförs ledningsnätet i inloppsbrunnar. Hydrografen i uppströms liggande ledning genomgår en magasineringsberäkning innan inloppshydrografen superponeras. Magasineringsberäkningen bygger på den metod som används i TRRL-metoden (9). I figur 13 visas in- och utgående hydrograf för en ledning. Arealen mellan kurvorna motsvarar den i ledningen magasinerade vattenvolymen. Före skärningspunkten fylls ledningen medan den töms efter skärningspunkten. Genom att hydrograferna antas vara lineära under varje tidsintervall kan följande samband ställas upp:

$$S_2 - S_1 = [(P_2 - Q_2) + (P_1 - Q_1)]T/2$$

$$S_2 + \frac{Q_2 \cdot T}{2} = (P_1 + P_2 - Q_1) \frac{T}{2} + S_1$$

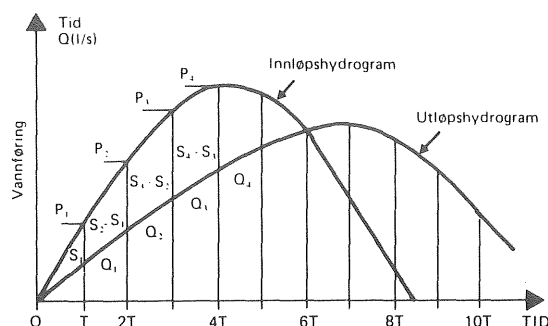
$$S_n + \frac{Q_n \cdot T}{2} = (P_n + P_{n-1} - Q_{n-1}) \frac{T}{2} + S_{n-1}$$

$S_n$  = magasinerad vattenvolym under intervall nr n.

$P_n$  = Vattenföring in i ledningen under intervall nr n.

$Q_n$  = Vattenföring ut från ledningen under intervall nr n.

$T$  = Tidsintervall.



Figur 13. Magasineringsringseffekt vid transport av vatten genom ledningarna med NIVA-modellen, (efter Lindholm) (1).



I det generella sambandet är alltid högra ledet känt från föregående beräkning och aktuellt värde på inloppshydrografen. Då är också summan av vänsterledet känd. Eftersom förhållandet mellan magasinerad vattenvolym i ledningen,  $S_n$ , och vattenföringen i ledningen,  $Q_n$ , är känt från del-fyllnadskurvor kan  $Q_n$  och  $S_n$  beräknas.

### 5.23 Anordningar i ledningsnätet

Pumpstationer kan placeras i knutpunkter i ledningsnätet. Beräkningsrutinen arbetar med två fasta kapaciteter och fyra olika nivåer i pumpgropen vars area anges. Den första kapaciteten arbetar mellan nivåerna 1 och 2 medan den andra kapaciteten arbetar mellan nivåerna 2 och 3. Vid nivå 4 bräddas vatten från pumpstationen.

Utjämningsmagasin kan likaledes placeras i knutpunkter i ledningsnätet. Anordningen beskrivs med magasinets volym och maximal kapacitet för utloppet. När inkommande flöde överskrider utloppets kapacitet börjar magasinet fyllas. Utloppets kapacitet antas inte vara beroende av magasinets fyllnadshöjd, varför utgående flöde från magasinet alltid är lika med utloppsledningens kapacitet under den tid magasinet är i funktion.

Bräddavlopp placeras även det i knutpunkter i ledningsnätet. Anordningen beskrivs med maximalt passerande flöde. Överskjutande flöde kommer att bräddas.

Samtliga anordningar, pumpstation, utjämningsmagasin och bräddavlopp kan kombineras så att de finns i en och samma knutpunkt.

### 5.24 Föroreningsmodell

Dagvattenförorening beräknas för varje delområde som en funktion av delområdets ytavrinning. För varje komponent måste anges ett samband mellan föroreningsflöde och ytavrinning av typen:

$$F = A \cdot q^B \quad (\text{mg/s} \cdot \text{ha})$$

Konstanterna A och B ges generellt för varje komponent, varefter programmet beräknar föroreningsflödet F för varje delområde. Med en speciell rutin beräknas transporten av föroreningarna genom ledningsnätet. För ledningsnätet antas inkommande föroreningsmängd vara lika med utgående föroreningsmängd, dvs en konservativ transport av föroreningarna.

Spillvattenförorening beräknas som en konstant belastning per person, vilken divideras med vattenförbrukningen per person och tillförs lednings-systemet i de punkter där spillvatten tillförs.

5.25 Parametervärden som måste bestämmas vid användning av NIVA-modellen.

Dels finns generella parametervärden, dvs samma värde gäller för hela avrinningsområdet dels finns det områdesspecifika parametervärden, vilket betyder att parametern antar olika värden för olika delområden.

Följande generella parametervärden måste bestämmas:

- Vattenförbrukning
- Föroreningsbelastning i spillvatten
- Föroreningsbelastning i dagvatten
- Avrinningskoefficientfunktion
- Beräkningssteg i minuter
- Hydraulisk formel för ledningsnätsberäkningarna

Följande delområdesspecifika parametervärden måste bestämmas:

- Befolkningstäthet
- Andel hårdjord areal
- Avrinningskoefficient
- Tillrinningstid
- Tillrinningsfunktion

### 5.3 Bestämning av parametervärden för Torslandaområdet

Parametervärdena bestäms utifrån kartering och inventering av avrinningsområdet. De parametrar som inte kan bestämmas direkt utifrån kartor och dylikt, exempelvis tillrinningsfunktion och tillrinningstid, måste bestämmas antingen från erfarenhetsvärden, beräkningar etc eller genom mätningar i området.

5.31 Parametervärden bestämda från kartering av avrinningsområde och ledningsnät

Indelningen i delområden för dagvattenavrinningen har gjorts på kartor i skala 1:1000 utgående från naturliga vattendelare och ledningsnätets sträckning. Områdesindelningen visas i figur 6.

Total areal och hårdgjord areal för delområdena har bestämts från kartor i skala 1:1000. Arealerna framgår av bilaga 1.

Befolkningstätheten har erhållits ur befolkningsstatistik för området och finns beskriven i bilaga 2.

Ledningsnäten för spillvatten och dagvatten har inventerats med avseende på läge i plan och profil samt dimension. Näten beskrivs av ledningslängd och ledningsdimension mellan varje knutpunkt, och av nivå för vattengång och markyta i varje knutpunkt. Dessa motsvaras av brunnar. Samtliga brunnar utgör dock ej knutpunkter utan dessa har valts med hänsyn till längd mellan knutpunkterna (bör ej överstiga 200 m) och ändring i lutning eller dimension. En beskrivning av ledningsnäten i dessa termer finns i bilagorna 1 och 2.

Pumpstationerna beskrivs av sina pumpkapaciteter, start och stoppnivåer för pumparna samt pumpgropens horisontella area.

#### 5.32 Parametervärden bestämda från mätningar i avrinningsområdet

Mätningarna av vattenförbrukningen, som redogjorts för i kap 4, ligger till grund för bestämning av vattenförbrukningen.

Mätningarna i spillvattennätet, som också redogjorts för i kap 4, ligger till grund för beräkningen av torrvädersflödet i spillvattennätet.

Torrvädersflödet är summan av vattenförbrukningen och dräneringsvattentillskottet och ges med parametern "Vattenförbrukning" i liter per person och dygn.

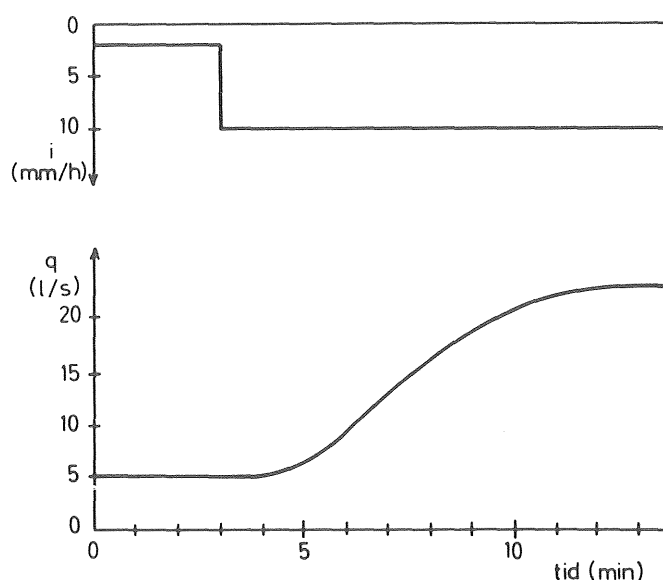
Mätningarna av nederbörd, dagvattenavrinning och spillvattenavrinning under regnperioder, (se kap 4) ligger till grund för bestämningen av avrinningskoefficient, tillrinningstid och tillrinningsfunktion för ytavrinningen från varje delområde. Avrinningskoefficienten bestämmer hur stor del av nederbördsvolymen som avrinner på ytan och tillförs ledningsnätet. Om endast den hårdgjorda arealen medverkar till ytavrinningen, bör avrinningskoefficienten närma sig 1,0. Ett lägre värde än 1,0 betyder att en del av den hårdgjorda arealen avvattnas till genomträngliga ytor och att det vatten som hamnar i gropar och dylikt, ytmagasinet, avdunstar efter att regnet upphört.

Mätningarna under period I, september 1976, visar att avrinningskoefficienten för den hårdgjorda arealen ligger nära 1,0 (se kap 4). Av dessa mätningar framgår också att ca 70 % av ytvattenavrinningen tillförs dagvattennätet och ca 20 % tillförs spillvattennätet. Den maximala avrinningskoefficienten för ytvattenavrinningen till dagvattennätet bör således vara 0,7. Spillvattennätet i ett duplikatsystem skall inte tillföras någon ytvattenavrinning, men i Torslandaområdet gäller en maximal avrinningskoefficient på ungefär 0,2 för ytvattenavrinning till spillvattennätet.

Ytmagasinerings kunde inte beräknas med den version av NIVA-modellen som använts här, men en generell avrinningskoefficientfunktion kan avsättas. Med denna kan effekten av ytmagasinerings simuleras genom att avrinningskoefficienten får stiga från ett begynnelsevärde vid regnstart till det maximala värdet. Detta uppnås, när det antagna ytmagasinet fyllts upp. Förfarandet innebär att avrinningskoefficientfunktionen blir beroende av regnintensiteten och alltså måste bestämmas för varje regn.

Med dessa grundläggande antaganden om hur stor volym vatten, som avrinner, kan beräkningar av flöden i dagvattennätet och spillvattennätet för uppmätta regn göras. Den beräknade avrinningsvolymen skall då stämma med den uppmätta.

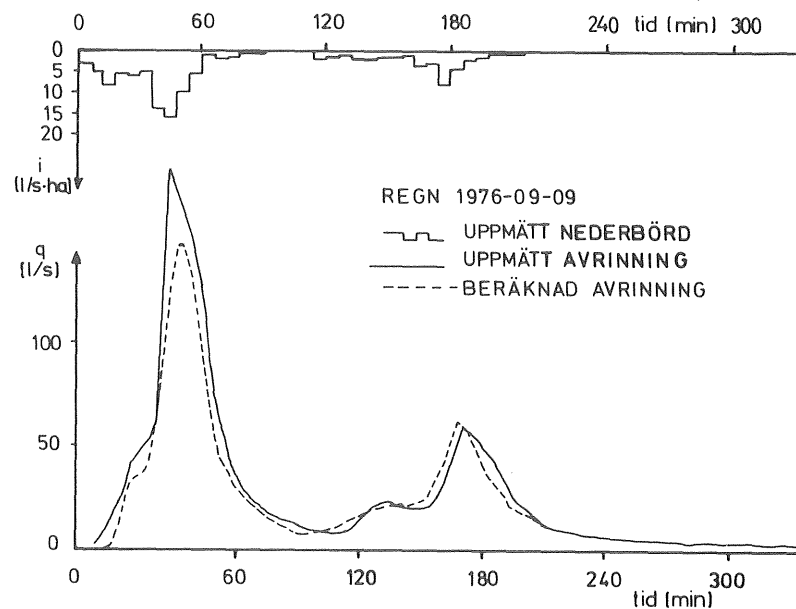
De beräknade avrinningarnas form kan påverkas med tillrinningstiden och tillrinningsfunktionen. För att få en uppfattning om storleken av tillrinningstiden och tillrinningsfunktionens utseende gjordes en analys av ett delområde med en noggrannare ytavrinningsmodell än NIVA-modellen. Den använda modellen var CTH-modellen (5).



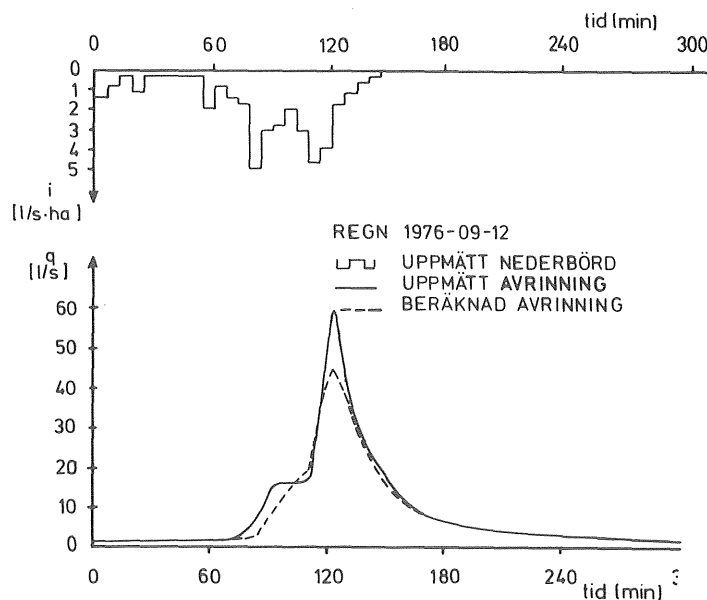
Figur 14. Tillrinningsfunktionens form för ett delområde i Torslanda.

Tillrinningstiden varierar med regnintensiteten, varför en uppsättning regn användes för beräkningarna. Tillrinningsfunktionens form ändrades måttligt för olika regnintensiteter. Figur 14 visar tillrinningsfunktionens form för ett av beräkningsregnen.

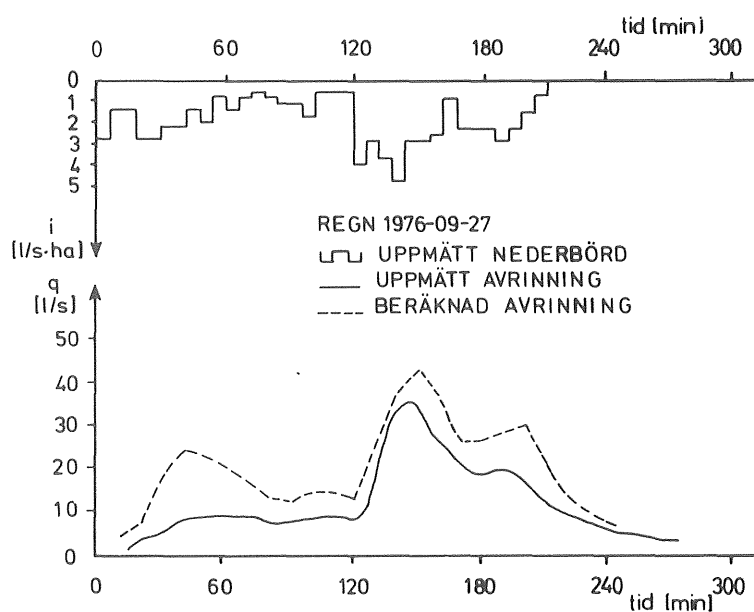
Den i figur 14 visade tillrinningsfunktionen utgör underlag för den funktion som använts för samtliga delområden i Torslanda vid beräkningarna med NIVA-modellen. Tillrinningstiden har varierats med regnintensiteten. I figurerna 15, 16 och 17 visas uppmätta och beräknade hydrografer för dagvattennätet. De beräknade hydrograferna har tillpassats de uppmätta med hjälp av avrinningskoefficientfunktionen, tillrinningsfunktionen och tillrinningstiden. Samma parametervärden har emellertid använts för alla regn.



Figur 15. Uppmätt och simulerad avrinning för regnet 1976-09-09.



Figur 16. Uppmätt och simulerad avrinning för regnet 1976-09-12.



Figur 17. Uppmätt och simulerad avrinning för regnet 1976-09-27.

5.33 Parametervärden bestämda från erfarenhetsvärden och mätningar i andra områden.

Föroreningsbelastningen i spillvatten har bestämts utifrån normala spillvattenhalter.

Föroreningsbelastningen i dagvatten har bestämts utifrån mätningar i ett bostadsområde i Göteborg, Bergsjön (5). Sambandet mellan föroreningsflödet ( $F$ ) och dagvattenflödet ( $q$ ), båda i medeltal för enstaka avrinningar, har prickats in i ett log-log diagram varvid  $A$  och  $B$  i formeln  $F = A \cdot q^B$  faller ut som interceptet resp. lutningen för en linje genom de inprickade punkterna.

## 6. FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BERÄKNINGARNA AV ALTERNATIVSYSTEMEN

6.1 Ingångsvärden för nederbörd

All planering av avloppsnät inbegriper beräkningar av flöden och föroreningsutsläpp under långa tidsperioder. Detta kräver en kontinuerlig simulering med datormodell.

NIVA-modellen som inte har kapacitet för kontinuerlig simulering använder sig i stället av modellregn (se kap. 5).

Modellregnen har utvärderats från nederbördsvärden för Bergsjön i Göteborg 1973 och 1974. Bergsjöstationen ligger 20 km öster om Torslanda varför nederbördsvärdena inte är identiska med Torslandas. Då beräkningen inte syftar till att ge absolutvärden, utan en jämförelse av olika systemalternativ, har valet av nederbördsstation mindre betydelse i detta fall.

Vid utvärderingen indelades medelintensiteterna för de uppmätta regnen i klasser. Varaktigheterna indelades i 3 klasser. I tabell 9 visas de modellregn som utvärderingen resulterade i. Varje modellregn antas representera det antal verkliga regn, som anges i kolumnen för antal verkliga regn.

Tabell 9. Medelintensitet (I) och medelvaraktighet (T) för de modellregn som används vid simuleringarna av de alternativa avloppssystemen. Antalet regn som modellregnet representerar ges av n.

Varaktighet (min)	Intensitet (mm/h)	Intensitet (mm/h)				
		< 1,8	1,8-3,6	3,6-7,2	7,2-14,4	> 14,4
<15	I	-	2,7	5,2	10,7	16,2
	T	-	13	12	7	7
	n	0	3	5	2	1
15-45	I	1,2	2,6	4,8	8,5	25,5
	T	35	27	33	24	24
	n	12	16	5	3	1
>45	I	1,1	2,5	4,6	10,7	-
	T	193	174	135	87	-
	n	80	28	4	1	0

Simuleringarna av dagvattenflöden har skett med modellregnen i tabell 9. Resultatet med avseende på vattenvolymer och föroreningsmängder har multiplicerats med det antal verkliga regn, som modellregnet antas representera, för att erhålla årsvolymer och årsföroreningsmängder. Detta innebär att varje alternativsystem har genomräknats för endast 13 modellregn i stället för 161 verkliga regn / år.

Huruvida metoden ger för höga, för låga eller riktiga värden på årsvolymer går inte att svara på generellt. Sannolikt är dock att vattenvolymer som bräddas underskattas, eftersom de verkliga regnen betraktas som blockregn vid utvärderingen. Intensitetstopparna kapas. Om föroreningsmängderna som bräddas på motsvarande sätt blir för låga beror i stor utsträckning på hur stor betydelse perioden mellan regnen har för efterföljande avrinningsföroreningsmängd. NIVA-modellen tar ingen hänsyn till mellanliggande torrperiod, varför de simulerade föroreningsmängderna kan antas vara riktiga om tiden till föregående avrinning saknar betydelse för föroreningstransporten med dagvatten. Fortsatt arbete med modellregn kommer att kräva jämförelser med resultat från modeller som klarar en kontinuerlig beräkning av flöden under långa tidsperioder.

## 6.2 Förutsättningar för alternativsystemen

De parametrar som varierats och som skiljer de olika systemen åt är följande:

- Andel ansluten hårdgjord area
- Dräneringsvattenflöde
- Bräddavloppsinställningar
- Utjämningsvolym

Förutom det befintliga duplikata systemet har 4 olika duplikatsystem och 5 olika kombinerade system simulerats. Tabell 10 visar värdena för de parametrar som varierats.

Parametrar som inte varierats är:

- Koncentrationstid för ytavrinning
- Tillrinningsfunktion för ytavrinning
- Vattenförbrukning
- Pumpkapaciteter
- Befolkningstäthet
- Föroreningsbelastning



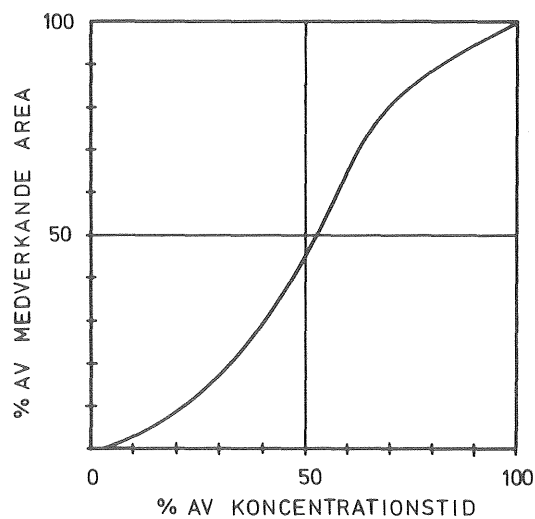
Tabell 10. Parametrar som varierats vid simuleringen av de olika alternativen.

Alternativ-system	Andel ansluten hårdgjord areal i %		Dräneringsvattenflöde i l/s·km <sup>2</sup>	Bräddavloppsinställningar i l/s				Utjämningsvolymer i m <sup>3</sup>	
	Spillvatten-nät	Dagvatten-nät		Lottkärr	Hög	Mekanisk rening	Kemisk rening	Hög	Reningsverk
Duplikat									
D1	15	75	3,0	18	160	124	62	0	0
D2	0	90	3,0	18	160	124	62	0	0
D3	0	75	1,5	18	160	104	52	0	0
D4	0	80	0	18	160	84	42	0	0
D5	15	75	3,0	18	160	124	62	0	980
Kombinerat									
K1	75		3,0	18	120	186	93	0	0
K2	65		3,0	18	120	186	93	0	0
K3	75		0	18	120	126	63	0	0
K4	75		3,0	18	120	186	93	0	0
K5	75		3,0	18	60	93	93	2200	1900

Dagvattennätet hade för samtliga alternativ:

- Koncentrationstiden 6 minuter, utom för D5 då den var 40 minuter.
- Tillrinningsfunktion enligt figur 18.
- Dräneringsvattenflöde 0,6 l/s·km<sup>2</sup>.

Tillrinningsfunktionen erhöjls med en noggrannare ytavrinningsmodell, CTH-modellen, vilken användes för ett delområde i Torslanda.



Figur 18. Tillrinningsfunktion använd vid beräkningarna av ytavrinning i Torslanda.

Föroreningsbelastningen i dagvatten anges av konstanterna A och B i formeln  $F = A \cdot q^B$  (mg/s·ha).

- Fosforbelastningen  $P = 0,228 \cdot q^{1,13}$  (mg/s·ha)
- Blybelastningen  $P_b = 0,115 \cdot q^{1,08}$  (mg/s·ha)

Spillvattennätet hade för samtliga alternativ:

- Koncentrationstiden 60 minuter för den nederbördsavhängiga inläckningen
- Tillrinningsfunktion enligt figur 18. för den nederbördsavhängiga inläckningen.
- Vattenförbrukningen motsvarande 210 l/pe·d
- Maximala pumpkapaciteter för:
 

Lottkärrområdet	18 l/s	(6·q <sub>dim</sub> )
Högområdet	160 l/s	(8·q <sub>dim</sub> )
- Befolkningstäthet specifik för varje delområde, se bilaga 2. I medeltal 16 pe/ha.
- Fosforbelastningen 2,5 (gP<sub>tot</sub>/pe·d)
- Blybelastningen 0,02 (gPb/pe·d)

Kombinerade nätet hade för samtliga alternativ:

- Koncentrationstiden 6 minuter, utom för K4 då den var 40 minuter.
- Tillrinningsfunktionen enligt figur 18.
- Vattenförbrukningen 210 l/pe·d
- Maximala pumpkapaciteter för:
  - Lottkärrområdet 18 l/s ( $6 \cdot q_{dim}$ )
  - Högområdet 120 l/s ( $6 \cdot q_{dim}$ )
 utom för alternativet med utjämning (K5) då Högområdet hade 60 l/s ( $3 \cdot q_{dim}$ )
- Befolkningstäthet i medeltal 16 pe/ha, se bilaga 2.
- Fosforbelastning för:
  - dagvatten  $P = 0,228 \cdot q^{1,13}$  (mgP<sub>tot</sub>/s·ha)
  - spillvatten  $P = 2,5$  (gP<sub>tot</sub>/pe·d)
- Blybelastning för:
  - dagvatten  $Pb = 0,115 \cdot q^{1,08}$  (mgPb/s·ha)
  - spillvatten  $Pb = 0,02$  (gPb/pe·d)

### 6.3 Förutsättningar för beräkningen av reningseffekter

Vid beräkningen förutsattes ett reningsverk för spillvattnet i det dublika systemet och för allt avloppsvatten i det kombinerade systemet. Beräkningen av reningseffekter grundar sig på de i tabell 11 givna procent-satserna för ett reningsverk med mekanisk-kemisk rening av avloppsvatten.

Tabell 11. Förutsättningar för beräkning av reningseffekter.

System- Alternativ		Mekanisk rening		Mekanisk-kemisk rening	
		Bly	Fosfor	Bly	Fosfor
D1	Torrväder			90	80
	Regnväder	40	10	80	65
D2	Torrväder			90	80
	Regnväder	40	10	80	75
D3	Torrväder			90	80
	Regnväder	40	10	80	80
D4	Torrväder			90	85
	Regnväder	40	10	80	85
D5	Torrväder			90	80
	Regnväder	40	10	80	65
K1-K5	Torrväder			90	80
	Regnväder	40	10	80	65

## 7. RESULTAT

Alla beräkningsresultat, som redovisas nedan, har erhållits genom simuleringar av olika systemalternativ med NIVA-modellen. Förutsättningarna för beräkningarna redovisas dels i kapitel 2, där avrinningsområdet beskrivs, dels i kapitel 6, där värden på olika parametrar finns.

De olika systemalternativ, som genomräknats, redovisas i kapitel 4. Nedan följer dock en sammanfattning av vad som är specifikt för varje alternativ. Den kod, som varje alternativ erhållit, följs i hela redovisningen. Se också sidorna 22 och 36.

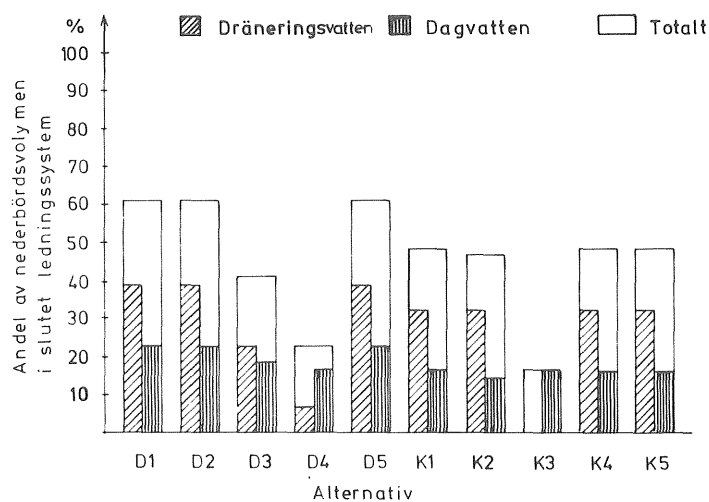
- D1 - Existerande duplikat system
- D2 - Nederbördsavhängig inläckning till spillvattennät överförd till dagvattennät
- D3 - Nederbördsavhängig inläckning infiltrerad lokalt. Reduktion av dränvattenflödet i spillvattennätet med 50 %
- D4 - Alternativ D2 med reducerad hårdgjord areal och 100% reduktion av dränvattenflödet
- D5 - Existerande duplikatsystem med fördröjning
- K1 - Dimensionerat kombinerat system
- K2 - Reduktion av hårdgjord areal
- K3 - Reduktion av dränvattenflödet med 100%
- K4 - Lokal fördröjning av dagvattnet
- K5 - Utjämningsmagasin i ledningsnätet

### 7.1 Andel av nederbörden, som förs ut från avrinningsområdet med det slutna ledningssystemet

Den del av nederbörden, som förs ut från avrinningsområdet med det slutna ledningssystemet, varierar mellan de olika systemalternativen. Storleken av den borttransporterade vattenvolymen beror främst av andelen hårdgjord areal, som är ansluten till ledningssystemet. Denna areal producerar det direkt avrinnande dagvattnet. Dessutom förs dräneringsvatten, vilket utgörs av infiltrerad nederbörd, ut från området. Ökas den hårdgjorda arealen inom ett område, minskas motsvarande grad infiltreringsytorna, vilket medför ökad utförsel av dagvatten. En jämförelse av de olika alternativen med avseende på utförsel av dagvatten och dräneringsvatten kan göras med hjälp av tabell 12.

Tabell 12. Utförrel av dagvatten och dräneringsvatten för Torslandaområdet.

Alternativ	Tillförd nederbördsvolym m <sup>3</sup> /år		Utförrel av dagvatten (m <sup>3</sup> /år)	Utförrel av dräneringsvatten (m <sup>3</sup> /år)	Utförrel totalt (m <sup>3</sup> /år)	Andel av nederbördsvolym som förs ut från: (%)	
	Hela arealen (364 ha)	Bebyggda arealen (158 ha)				Hela arealen	Bebyggda arealen
D1	2 268 900	984 900	224 500	384 800	609 300	26,8	61,9
D2	"	"	221 100	384 800	605 900	26,7	61,5
D3	"	"	182 350	224 500	406 850	17,9	41,3
D4	"	"	166 000	64 100	230 100	10,1	23,4
D5	"	"	224 500	384 800	609 300	26,8	61,9
K1	"	"	158 700	320 700	479 400	21,1	48,7
K2	"	"	142 900	320 700	463 600	20,4	46,9
K3	"	"	158 700	0	158 700	7,0	16,1
K4	"	"	158 700	320 700	479 400	21,1	48,7
K5	"	"	158 700	320 700	479 400	21,1	48,7



Figur 18. Andel av nederbördsvolymen per år, som förs ut från området i det slutna ledningssystemet.

Räknat på hela arealen (364 ha) avrinner mellan 7% och 27% av nederbördsvolymen från området beroende på systemalternativ. För den bebyggda arealen (158 ha) avrinner mellan 16% och 62% av nederbördsvolymen. Den stora skillnaden i andel avrunnen nederbördsvolym beror inte i första hand på andelen ansluten hårdgjord areal utan på dräneringsvattenflödet. Detta framgår tydligare av figur 18. Exempelvis ger en minskning av dräneringsvattenflödet i spillvattensystemet med 50%, alt D3 jämfört med alt D1, en reduktion av den avrunna nederbördsvolymen med 40%.

## 7.2 Föroreningsbelastning på årsbasis

Här redovisas medelbelastningen per år av bly och fosfor på huvudrecipient respektive lokalrecipient för varje systemalternativ. Dessutom redovisas medelbelastningen per år sammantaget för recipienterna. Belastningen redovisas för olika perioder av året. Dels för den tid det regnar, vilket är 9,5% av året, dels för den tid det inte regnar, torrväder. I tabellerna anges också, om belastningen tillförs recipienten med vatten, som genomgått rening, "renat", eller om den tillförs recipienten med vatten, som inte genomgått rening, "orenat". Med rening avses här mekanisk-kemisk behandling.

## 7.21 Total föroreningsbelastning

Belastningen fördelar sig på recipienter på så sätt att lokalrecipienterna Madbäcken och Lottkärr (se figur 5) får ta emot obehandlat vatten som bräddar vid regntillfällena och huvudrecipienten får ta emot dels obehandlat vatten som bräddar dels behandlat vatten under året.

Belastningen på huvudrecipienten framgår av tabell 13 för varje simulerat alternativ. I tabellen är belastningen uppdelad på den tid det regnar, torrväder och hela året. För varje alternativ anges också hur mycket som går ut orenat och hur mycket som går ut renat.

Tabell 13. Medelbelastning av fosfor och bly i kg/år på huvudrecipienten.

System- alter- nativ	Regnväder (9,5% av tiden)				Torrväder		Hela året			
	Fosfor		Bly		Fosfor	Bly	Fosfor		Bly	
	renat	orenat	renat	orenat	renat	renat	renat	orenat	renat	orenat
D1	200	20	4,9	9,7	970	3,9	1170	20	8,8	9,7
D2	130	24	0,5	12	970	3,9	1100	24	4,4	12
D3	100	19	0,5	9,7	970	3,9	1070	19	4,4	9,7
D4	77	17	0,5	8,8	720	3,9	797	17	4,4	9,6
D5	200	19	4,9	9,6	970	3,9	1170	19	8,8	9,6
K1	220	15	5,2	1,7	970	3,9	1190	15	9,1	1,7
K2	220	12	5,2	1,3	970	3,9	1190	12	9,1	1,3
K3	230	34	4,1	4,4	970	3,9	1200	34	8,0	4,4
K4	220	13	5,2	1,4	970	3,9	1190	13	9,1	1,4
K5	190	0	5,3	0	970	3,9	1160	0	9,2	0

Belastningen på lokalrecipienterna ges av tabell 14. Denna belastning finns endast vid regn.

Tabell 14. Medelbelastning av fosfor och bly i kg/år på lokalrecipienter.

System- alternativ	Regnväder (9,5% av tiden)	
	Fosfor orenat	Bly orenat
D1	29	15
D2	37	18
D3	29	15
D4	27	13
D5	29	14
K1	13	0,9
K2	9,1	0,6
K3	11	0,7
K4	12	0,8
K5	0,1	0

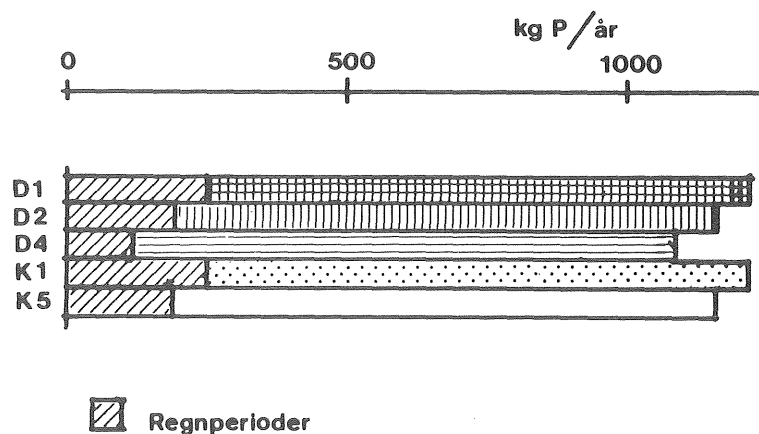
Den totala belastningen från Torslandaområdet ges av tabell 15. Belastningen är uppdelad på den tid det regnar, torrväder och hela året.

Tabell 15. Medelbelastning av fosfor och bly i kg/år på lokalrecipient och huvudrecipient.

System- alternativ	Regnväder		Torrväder		Hela året	
	Fosfor	Bly	Fosfor	Bly	Fosfor	Bly
D1	249	29,4	970	3,9	1219	33,5
D2	191	30,5	970	3,9	1161	34,4
D3	148	25,2	970	3,9	1118	29,1
D4	121	22,3	970	3,9	1091	26,2
D5	248	28,5	970	3,9	1218	32,4
K1	248	7,8	970	3,9	1218	11,7
K2	241	7,1	970	3,9	1245	11,0
K3	275	9,2	970	3,9	1245	13,1
K4	245	7,4	970	3,9	1215	11,3
K5	190	5,3	970	3,9	1160	9,2

Den totala belastningen från området varierar inte mycket för de olika alternativen med avseende på fosfor. Däremot ger de kombinerade alternativen ca 30 % av den blybelastning som de duplikata alternativen ger.

Figurerna 19 och 20 visar årstransporten av fosfor respektive bly från hela Torslandaområdet. Den skuggade ytan motsvarar den del av årstransporten som härrör från den tid det regnar.

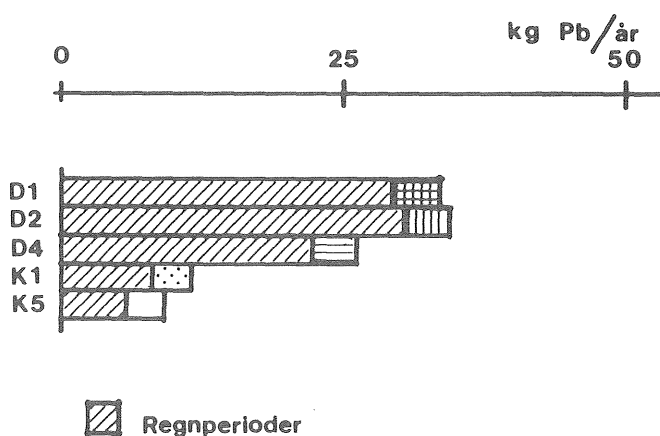


Figur 19. Masstransport av fosfor i kg/år från hela Torslandaområdet.



Av figur 19 framgår tydligt att fosforbelastningen i huvudsak härrör från spillvatten och att bidraget från dag- och spillvatten under regnperioder utgör mindre än 25% av årsmängden. Den antagna fosforhalten i dagvattnet bygger emellertid på mätningar som visar halter ungefär 50% lägre än för motsvarande andra områden.

För bly framgår av figur 20 att detta i huvudsak härrör från dagvatten. Bidraget från dag- och spillvatten under regnperioder utgör 90% av årsmängden.



Figur 20. Masstransport av bly i kg/år från hela Torslandaområdet.

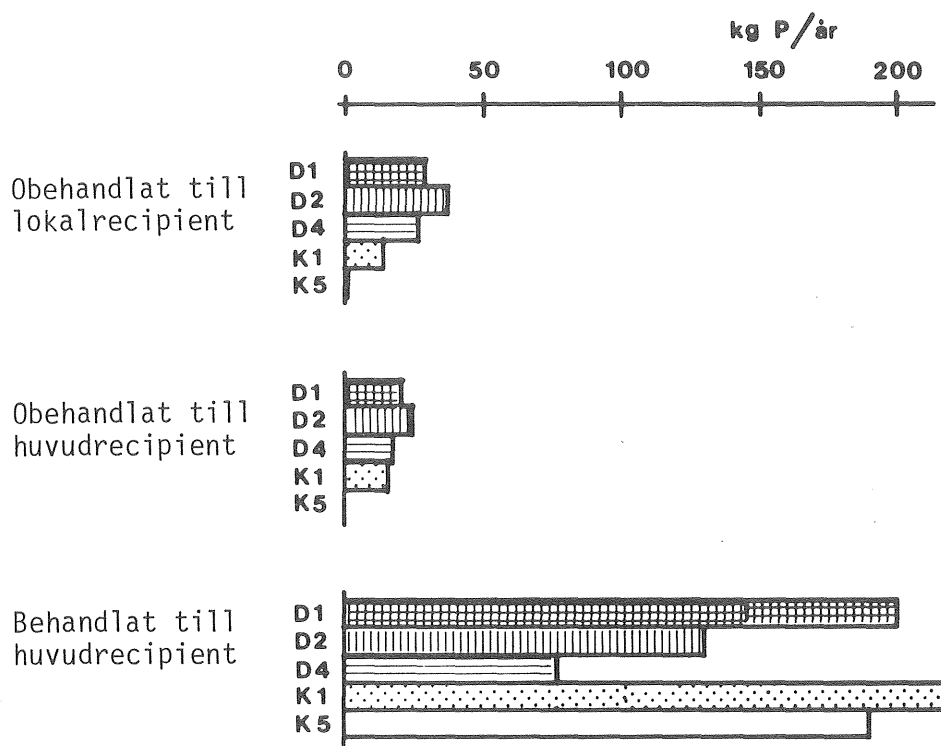
Sammanfattningsvis kan sägas att föroreningar som härrör från spillvattnet påverkas obetydligt av valet av avledningssystem och kvaliteten på ledningarna. Föroreningar som härrör från dagvattnet däremot påverkas i hög grad av valet av avledningssystem och av kvaliteten på ledningarna.

#### 7.22 Föroreningsbelastning under regnperioder.

Föroreningsbelastningen under regnperioder fördelad på recipienter visas i figurerna 21 och 22. Belastningen på huvudrecipienten är uppdelad i en del som går ut orenad genom bräddavlopp och en del som går ut renad genom reningsverket.

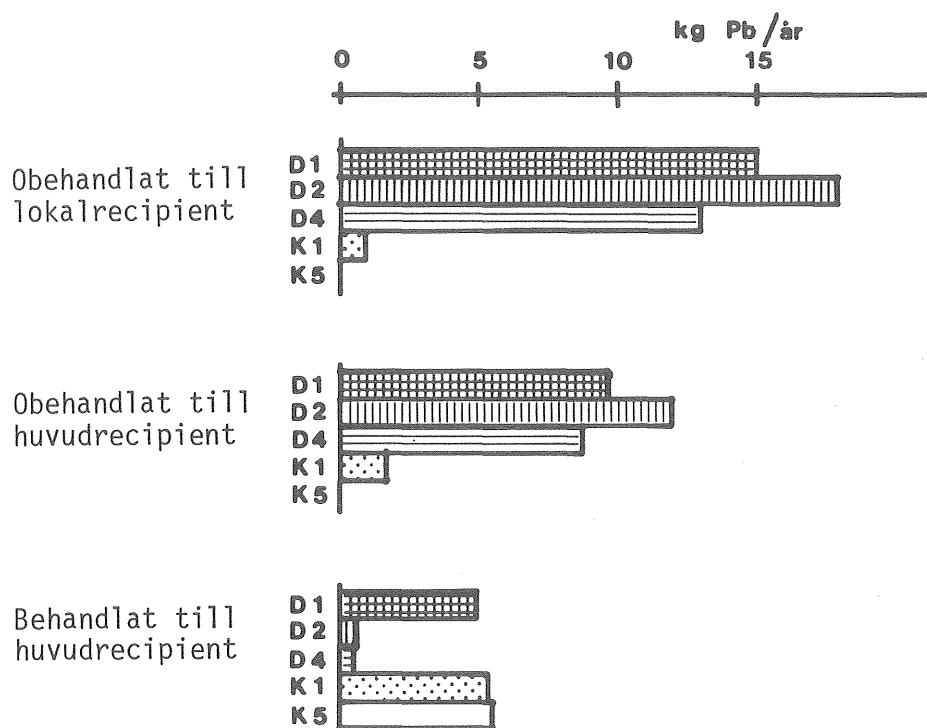
Fosforbelastningen, som framgår av figur 21, kommer till stor del från reningsverket. De kombinerade alternativen medför nästan uteslutande att belastningen helt kommer från reningsverket. För det existerande duplikatsystemet gäller samma sak medan ett väl fungerande duplikatsystem som alternativ D4 medför att ca 60% av belastningen kommer från reningsverket och ca 40% går ut orenat till recipienterna. Den totala

belastningen under regnperioden är lägst för det väl fungerande dupli-  
katsystemet D4, vars belastning är hälften av belastningen för det  
existerande systemet D1 eller ett konventionellt kombinerat system K1.



Figur 21. Masstransport av fosfor i kg/år under den tid det regnar till lokalrecipient och huvudrecipient.

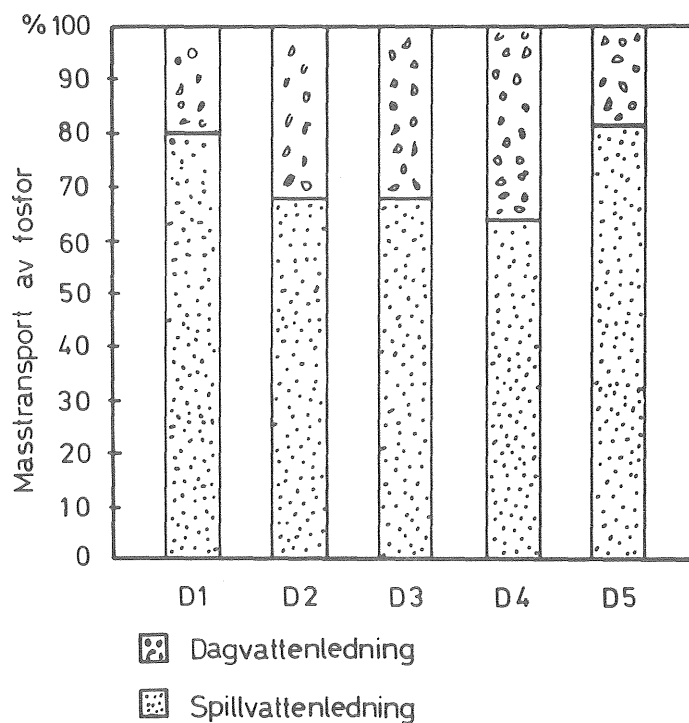
Blybelastningen härrör till stor del från dagvattnet, som nämnts tidigare. Figur 22 visar att blyet i huvudsak går orenat till recipient i duplikatsystemen. För de kombinerade systemen däremot går merparten av blyet genom reningsverket. Den totala belastningen under regnväder blir lägre för kombinerade system än för duplikatsystem, eftersom en del av det bly som annars skulle ha gått direkt till recipient kommer att passera reningsverket med tillhörande reduktion av belastningen som följd.



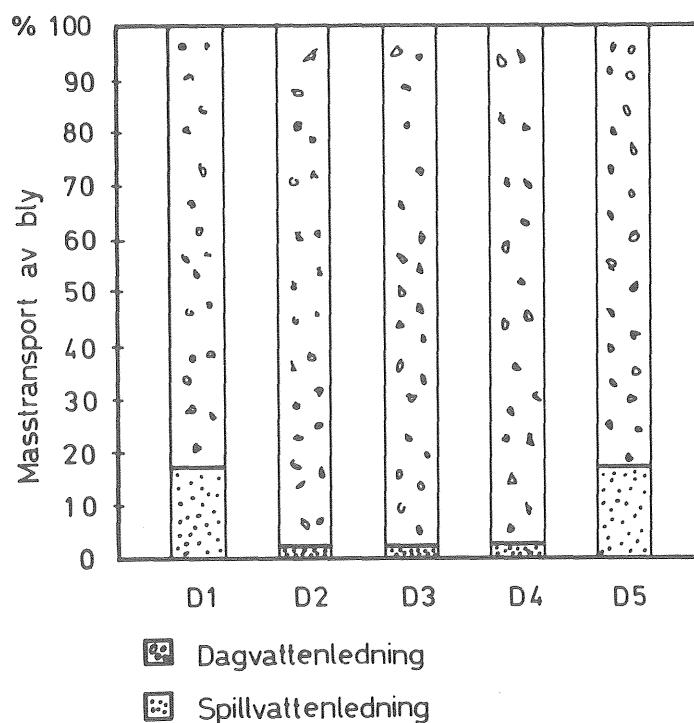
Figur 22. Masstransport av bly i kg/år under den tid det regnar till lokalrecipient och huvudrecipient.

För ett område av Torstrandastyp utgör blybelastningen från ett kombinerat system ca 25% av belastningen från ett duplikatsystem. Dessutom medför de kombinerade systemen en mycket liten belastning på lokalrecipienterna medan de duplikata systemen medför en betydande belastning på dessa.

Motivet för att kalla bly en dagvattenparameter och fosfor en spillvattenparameter understöds av figurerna 23 och 24. Dessa visar transporten av fosfor respektive bly uppdelad på dagvatten- och spillvattenledning för duplikatsystemen. Figur 23 visar att fosfor till 70-80% transporteras i spillvattenledningen och figur 24 visar att 80-90% av blyet transporteras i dagvattenledningen.



Figur 23. Masstransport av fosfor uppdelad på dagvattenledning och spillvattenledning under den tid det regnar.

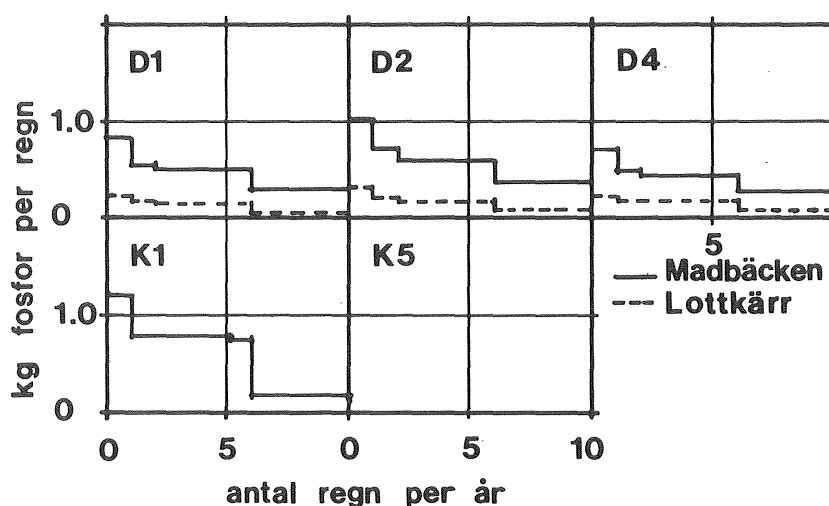


Figur 24. Masstransport av bly uppdelad på dagvattenledning och spillvattenledning under den tid det regnar.

### 7.3 Momentan belastning på lokalrecipienter

Den momentana belastningen på lokalrecipienterna Lottkärr och Madbäcken redovisas i figurerna 25 och 26, som belastning per regn, vilken uppnås ett visst antal gånger per år.

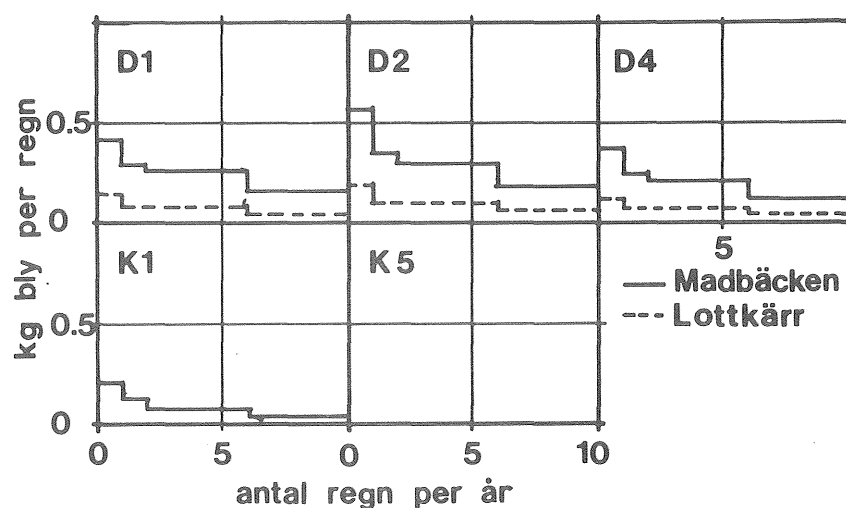
För fosfor, se figur 25, är den momentana belastningen på Madbäcken ungefär densamma för samtliga alternativ, utom K5, som inte medför någon momentan belastning. Lottkärr belastas endast av duplikatsystemen, vilka alla medför ungefär samma belastning. För duplikatsystemen släpps ca 20% av årsbelastningen av fosfor på lokalrecipienterna ut under 10 regn eller 7% av totala antalet regn. Motsvarande siffror för de kombinerade alternativen, utom K5, är 40% av belastningen under 4% av regnen.



Figur 25. Momentan belastning av fosfor på lokalrecipienterna. Frekvens för olika belastningar per regn.

Den momentana belastningen av bly är högst för duplikatsystemen, vilket framgår av figur 26. Duplikatsystemen släpper ut ca 25% av den totala belastningen av bly på lokalrecipienterna under 7% av regnen. Motsvarande siffror för de kombinerade alternativen utom K5 är 80% av belastningen under 7% av regnen.

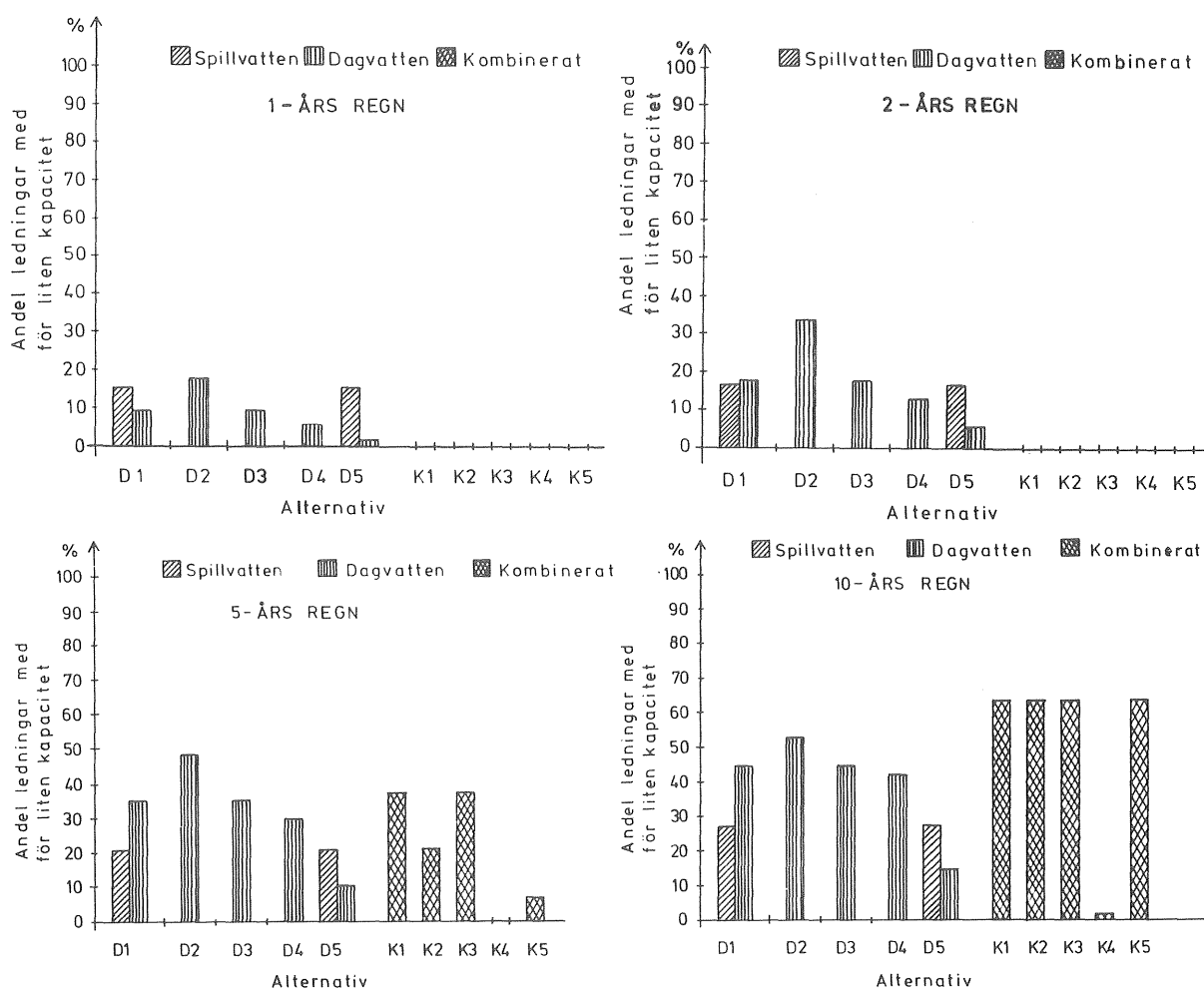
Alternativet K5 medför ingen momentan belastning på lokalrecipienterna av fosfor eller bly på grund av den utjämningskapacitet som finns tillgänglig i detta system.



Figur 26. Momentan belastning av bly på lokalrecipienterna. Frekvens för olika belastningar per regn.

#### 7.4 Beräknad frekvens för dämning med risk för översvämning i det slutna ledningssystemet

De olika systemen har analyserats med avseende på kapacitet för regn med återkomsttider från 1 år till 10 år. Andelen ledningar av totalt antal, som har för liten kapacitet visas i figur 27. Av figuren framgår att det befintliga duplikatsystemet inte klarar ett 1-årsregn. Spillvattenledningarna i duplikatsystemen får endast kapacitetsproblem då dagvatten påverkar dem. Det kombinerade systemet är dimensionerat för att klara ett 2-årsregn, vilket framgår av figur 27. K2 visar effekten av reducerad hårdgjord areal, vilken är märkbar för 5-årsregnet, men inte för 10-årsregnet. K3 visar att ett reducerat dränvat- tenflöde inte spelar någon roll. K4 och K5 visar att lokal fördröjning är effektivare än fördröjning i ett fåtal punkter.



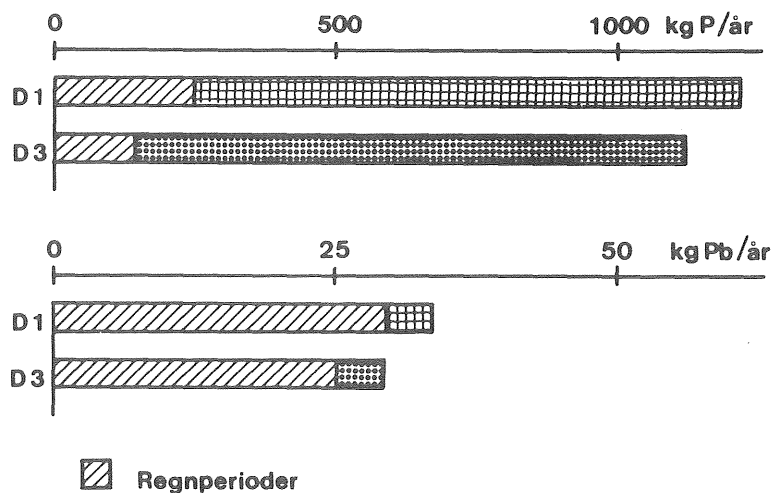
Figur 27. Andel i procent av totala antalet ledningar med för liten kapacitet.

## 7.5 Jämförelse av olika systemalternativ m.a.p. föroreningsutsläpp

### 7.51 Betydelsen av nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet samt högt dräneringsvattenflöde

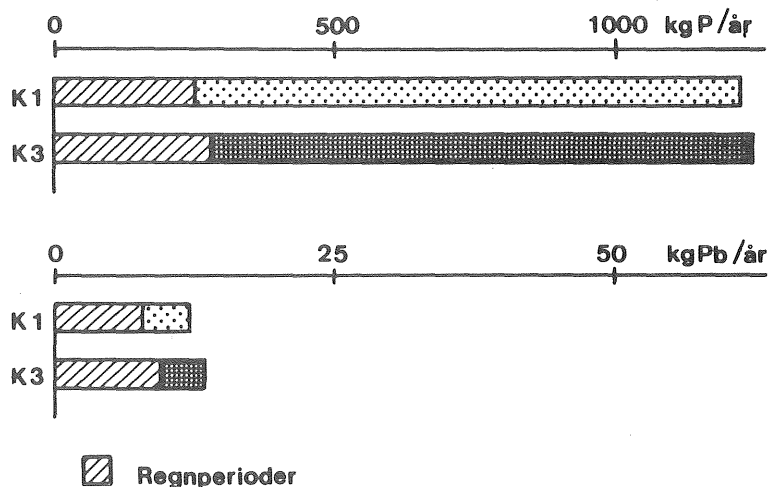
Effekten av nederbördsavhängig inläckning till spillvattennätet och högt dräneringsvattenflöde kan studeras genom att jämföra duplikatsystemen D1 och D3.

Den totala belastningen från området påverkas inte i nämnvärd grad (se figur 28) genom att eliminera den nederbördsavhängiga inläckningen och att reducera dräneringsvattenflödet, dvs välja alternativ D3 framför D1. Detta gäller både för fosfor och bly. Fosforbelastningen under regnperioder kan emellertid reduceras med ca 40% genom alternativ D3. Belastningen på lokalrecipienterna är densamma för båda alternativen.



Figur 28. Masstransport av fosfor och bly i kg/år från hela Torslandaområdet för alternativen D1 och D3.

Reduktion av dräneringsvattenflödet i ett kombinerat system kan studeras genom att jämföra alternativen K1 och K3.



Figur 29. Masstransport av fosfor och bly i kg/år från hela Torslandaområdet för alternativen K1 och K3.

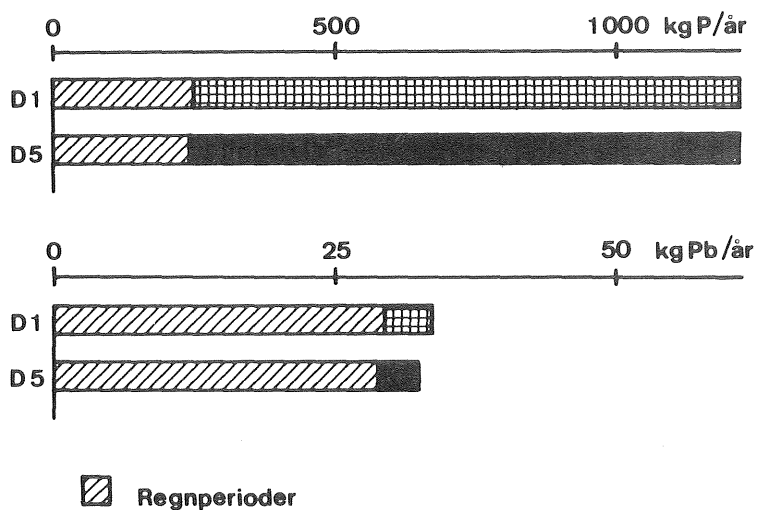
Varken den totala belastningen eller den under regn påverkas nämnvärt (se figur 29), och i den mån den påverkas så ökar belastningen när dräneringsvattenflödet minskar. I gengäld minskar belastningen på lokalrecipienterna för alternativ K3 jämfört med K1, vilket framgår av tabell 14.



Anledningen till att belastningen ökar beror på att dimensionerande flöde är lägre i alternativ K3, vilket medför att bräddavloppen får en lägre inställning. Detta orsakar att bräddningen totalt ökar, vilket framgår av tabell 13.

#### 7.52 Betydelsen av flödesutjämning

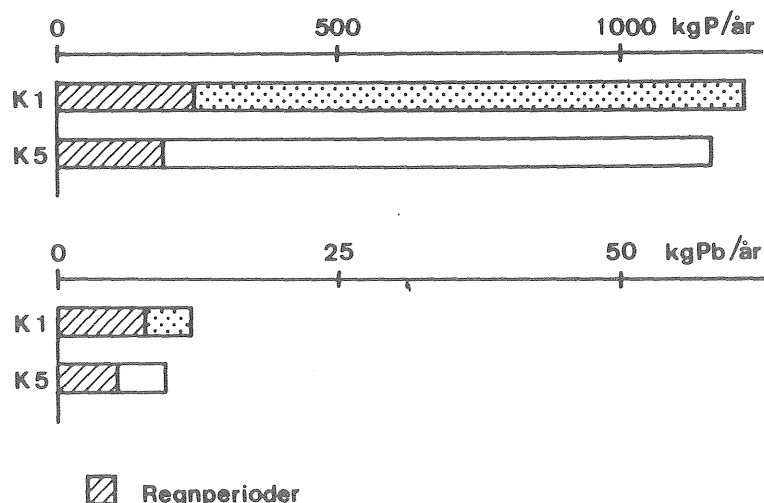
Betydelsen av flödesutjämning som åtgärd för att minska föroreningsbelastningen kan studeras genom jämförelser mellan dels D1 och D5 dels K1 och K5.



Figur 30. Masstransport av fosfor och bly från hela Torslandaområdet för alternativen D1 och D5.

I ett duplikatsystem utan rening av dagvattnet påverkas inte utsläppet av föroreningar av utjämning i dagvattensystemet, vilket visas i figur 30.

Ett kombinerat system fungerar annorlunda vilket framgår av figur 31.



Figur 31. Masstransport av fosfor och bly från hela Torslandaområdet för alternativen K1 och K5.

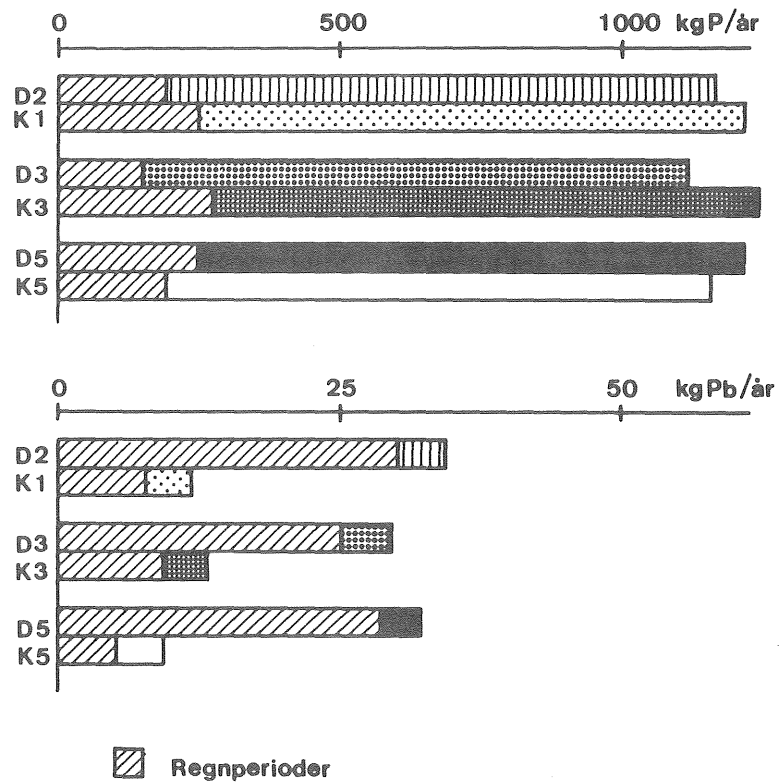
Utjämningsen i det kombinerade systemet medför reducerad belastning på recipienterna. Både den totala belastningen och belastningen under regn minskar. Den utjämningskapacitet som valts för alternativet K5 (se tabell 10) medför också att alla direkta utsläpp till recipienterna upphör och allt vatten passerar reningsverket.

#### 7.53 Betydelsen av reducerad hårdjord areal

Reduktion av den hårdgjorda arealen påverkar i princip endast dagvattenföroreningar i ett duplikatsystem. Ett kombinerat system påverkas genom att bräddningarna eventuellt minskar och att dagvattenföroreningsmängden minskar. En jämförelse mellan alternativen K1 och K2 (K2 har mindre hårdjord areal än K1) visar att utsläppen av både fosfor och bly är lägre för K2 än för K1, vilket framgår av tabell 15. Tabellerna 13 och 14 visar att både hela fosforreduktionen och hela blyreduktionen uppnås genom minskade bräddningar.

#### 7.54 Betydelsen av val av avledningssystem, kombinerat - duplikat

Med hänsyn till belastning av föroreningar som är typiska för dagvatten såsom bly är ett kombinerat alternativ att föredra både när det gäller total belastning och belastning under regn. För fosfor och andra spillvattenföroreningar är skillnaden mellan kombinerat och duplikat system obetydlig ur belastningssynpunkt.



Figur 32. Masstransport av fosfor och bly för par av alternativ, duplikat - kombinerat, från hela Torslandaområdet.

## 8. DISKUSSION

All planering bygger på ett systematiskt betraktelsesätt. I många fall behöver det systematiska tänkandet formuleras i ord, ekonomiska termer, matematiska uttryck etc. Datormodeller är ett exempel på systematiskt tänkande omsatt till matematiska uttryck sammansatt till matematiska modeller.

Planering av avloppssystem sker i allmänhet utifrån de krav som ställs på systemets funktion och de konsekvenser systemet kommer att medföra. Funktionskraven ges av lagar och förordningar, vilka innehåller detaljerade kravspecifikationer. Den tekniska funktionen kan beräknas för det planerade systemet medan konsekvenserna är svårare att beräkna.

Avloppssystem har därför kommit att planeras i huvudsak utgående från de tekniska funktionskraven. På grund av svårigheterna att förutse konsekvenserna av den valda systemlösningen har i många fall lösningar valts, som med bred marginal klarat uppställda krav. Exempel på motsatsen finns också, där uppställda krav inte innehållits på grund av svårigheten att förutse konsekvenserna av systemlösningen.

Ett exempel på det förstnämnda fallet är dimensioneringen av avloppsledningarnas hydrauliska kapacitet. Kravet är att systemets kapacitet skall överskridas högst en gång per år eller högst en gång vartannat år i medeltal. Verkligheten är emellertid att översvämningsfrekvensen ligger omkring en gång vart femte eller tionde år i stället. Anledningen är svårigheten att analysera avloppssystemets verkliga kapacitet.

Det senare fallet illustreras av de totala utsläppen av föroreningar från ett avloppssystem. Krav finns på att det avloppsvatten som passerar reningsanläggning skall renas till en viss grad. Allt vatten passerar emellertid inte reningsverk, varför exempelvis dagvatten vid dupli-katsystem släpps ut i recipienten med högre halter av vissa ämnen än det renade avloppsvattnet. Anledningen är svårigheten att analysera olika avloppssystemens konsekvenser med avseende på föroreningsutsläppen.

När en generell målsättning formuleras för en verksamhet, som i det här fallet avloppsvattenhanteringen i bebyggda områden (se kapitel 1),

måste denna följas av metoder för att utvärdera måluppfyllelsen hos olika lösningar.

I denna studie har måluppfyllelsen utvärderats med hjälp av NIVA-modellen, vilken kan beskriva olika alternativa lösningar och beräkna konsekvenserna för varje alternativ. Resultatet av beräkningarna beror naturligtvis på de förutsättningar som givits och vilken noggrannhet dessa har. I uppställningen nedan är förutsättningarna rubricerade och rangordnade med hänsyn till noggrannheten i resp. förutsättning.

1 - Ledningsnät	3 - Nederbördsintensiteter
1 - Total areal	3 - Föroreningsbelastning i spillvatten
1 - Hårdgjord areal	4 - Föroreningsbelastning i dagvatten
1 - Invånarantal	4 - Reningseffekter
2 - Vattenförbrukning	
2 - Dränvattenflöde	

God noggrannhet anges av en 1:a, medan en 4:a anger dålig noggrannhet - ej mätbara storheter.

Målen för hanteringen av avloppsvattnet är, som de beskrivs i kapitel 2:

1. *Dagvatten är en resurs som bör tas tillvara. Det vill säga så stor del av dagvattnet som möjligt bör infiltreras inom avrinningsområdet.*
2. *Den lokala naturliga vattenbalansen bör störas minst möjligt. Avrinningen från området bör således söka hållas oförändrad. En bebyggelse ger oundvikligen en ökning av avrinningen, men denna bör minimeras.*
3. *Den ekologiska balansen i recipienten bör inte störas med belastningar från spillvatten, bräddvatten eller dagvatten. Eftersom en bebyggelse medför spillvattenproduktion och viss dagvattenproduktion går det inte att undvika en viss störning i recipienten. Bräddvattenutsläpp går att undvika helt, men måste vägas mot det totala utsläppet till recipienten.*
4. *Bebyggelsen skall skyddas mot översvämningar. Detta mål indikerar att ett dräneringssystem måste anläggas, vilket i huvudsak försvårar uppfyllandet av punkterna 1 till 3.*

Vilka systemalternativ ger den bästa måluppfyllelsen för Torstrandens del?

*Mål 1 och 2:*

Dessa mål kan inte närmare särskiljas vid analys med NIVA-modellen. Den parameter som kan ligga till grund för en bedömning av mål 1 och 2 är andelen av nederbördsvolymen, som förs ut från området med det slutna ledningssystemet. En redovisning av detta finns under kapitel 7.1. Där visas att den lägsta andelen för ett duplikatsystem (D4) är 23% och för ett kombinerat system (K3) 16%.

*Vattenbalansen i området störs således minst, om ett kombinerat alternativ enligt K3 - reduktion av dränvattenflödet med 100% eller ett duplikat alternativ enligt D4 - fullständig separering, reducerad hårdgjord areal och reducerat dränvattenflöde väljs. Båda systemen förutsätter helt täta avloppsledningar.*

*Mål 3:*

De parametrar som ligger till grund för analysen av hur mycket recipienten störs är bly och fosfor. Den förra representerar dagvattenförorening och den senare spillvattenförorening. En redovisning av analysen finns under kapitel 7.2. Där visas att bland duplikatsystemen medför alternativ D4 en lägre total fosforbelastning och en lägre total blybelastning över året än övriga. Bland de kombinerade systemen medför alternativ K5 den lägsta belastningen över året av både fosfor och bly.

De totalt sett lägsta utsläppen av fosfor ger alternativ D4, 814 kg P/år, jämfört med K5, 1160 kg P/år. De lägsta utsläppen av bly fås emellertid av K5, 9,2 kg Pb/år jämfört med 26,2 kg Pb/år för D4.

Ser man till de orenade utsläppen är alternativ D4 återigen bäst både för fosfor och bly bland duplikatsystemen. Det kombinerade alternativet K5 medför emellertid ingen orenad belastning. Bland duplikatsystemen är skillnaden mellan de olika alternativen mycket liten men orenade föroreningsutsläpp medan variationen är betydligt större för kombinerade system.

*Med tanke på de störningar föroreningsutsläppen kan förorsaka i recipienten är det kombinerade alternativet K5 - utjämningsmagasin i*

ledningssystemet att föredra. I det fall ett duplikatsystem redan föreligger bör ett system enligt alternativ D4 - fullständig separering, reducerad hårdgjord areal och reducerat dränvattenflöde väljas.

Det kombinerade systemet förutsätter omfattande utjämning av flödena. Duplikatsystemet förutsätter täta avloppsledningar och fullständig separering av dagvatten och spillvatten.

#### Mål 4:

Översvämningsrisken har analyserats genom att beräkna risken för dämning i det slutna ledningssystemet. Dämning i systemet medför inte självklart att en översvämning kommer att uppträda. Ledningssystemet har fortfarande kvar betydande kapacitet då systemet börjar dämna. Så småningom kommer emellertid en översvämning att inträffa, om flödet tillåts öka. Andelen ledningar, som är dämnda vid olika flöden redovisas i kapitel 7.4.

Ett kombinerat system enligt alternativ K4 är att föredra ur översvämningsynpunkt. Bland duplikatsystemen är alternativen D1 och D5, vilka har låg separeringsgrad, speciellt otillfredsställande eftersom de medför att orenat spillvatten kan svämma över. Detsamma gäller alla kombinerade alternativ utom K4, för vilket omfattningen är ringa.

Med tanke på översvämningsrisken bör ett kombinerat system enligt alternativ K4 - lokal fördröjning av dagvattnet väljas. I det fall ett duplikatsystem måste väljas är alternativen D2 - fullständigt separerat system, D3 - lokal infiltration av dagvatten och reducerat dränvattenflöde och D4 - fullständig separering, reducerad hårdgjord areal och reducerat dränvattenflöde likvärdiga. Förutsättningen för alternativ K4 är att dagvattnet fördröjs lokalt. För alternativen D2, D3 och D4 är förutsättningarna hög separeringsgrad mellan dagvatten och spillvatten och relativt täta ledningar.

### Slutsatser

För att uppfylla de mål som ställts upp för avloppsvattenhanteringen måste följande punkter iakttas:

- Avloppsledningarna måste vara täta för att förhindra utdränering.
- Duplikatsystem skall vara fullständigt separerade med avseende på dagvatten och spillvatten.
- Kombinerade system skall ha möjligheter för utjämning av flöden för att förhindra bräddning av orenat vatten.
- Dagvatten skall infiltreras nära källan eller fördröjas på annat sätt.
- Vattenbalansen påverkas mer negativt av otäta ledningar än av ökad hårdgörningsgrad.



## 9. REFERENSER

1. Lindholm, OG, 1975: "Systemanalyse av avløpsanlegg". Prosjektkomiteén for rensing av avløpsvann, PRA 1, Oslo, Norge.
2. Sirum, J och Øren, K, 1977: "Avrenning fra overflater. Modeller tilkoplet NIVAs ledningsnettsprogram". NIVA-rapport 0-59/77, Oslo, Norge.
3. NIVA och Computas, 1978: "Dimensionering och planlegging av avløps-system". NIVA-rapport C4-01, C4-20, Oslo, Norge.
4. Lindholm, OG, 1975: "Valg av modellregn". Prosjektkomiteén for rensing av avløpsvann, PRA 6, Oslo, Norge.
5. Arnell, V och Lyngfelt, S, 1975: "Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973-1974". Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH, Meddelande nr 13, Göteborg.
6. Malmquist, P-A och Svensson, G, 1977: "Water budget for a housing area in Göteborg". IAHS-AISH Publ No 123, Proceedings of the Amsterdam Symposium, October 1977.
7. Malmquist, P-A och Svensson, G, 1975: "Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg". Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH, Meddelande nr 14, Göteborg.
8. Svensson, G, 1978: "Planering av avloppssystem med datormodeller". Kursavsnitt: "Datorberäkningar av dagvattensystem", Geohydrologiska forskningsgruppen vid CTH, Göteborg.
9. Watkins, L, H, 1962: "The Design of Urban Sewer Systems". Department of Scientific and Industrial Research. Road Research Technical Paper No 55, London
10. Svensson, G, 1976: "Planeringsmodeller för dagvatten". Inst. för VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Publikation C76:2.

## 10. BILAGOR

Bilaga 1 - Ingångsvärden för dagvattennätet.

Bilaga 2 - Ingångsvärden för spillvattennätet.

Bilaga 3 - Ingångsvärden för det kombinerade nätet.

Bilaga 4 - Karta över spillvattennätet.

Bilaga 5 - Karta över dagvattennätet med delområden inlagda.

Bilaga 6 - Utförda mätningar och undersökningar i Torslandaområdet.

Dagvattennät Torslanda - Noleredsområdet

AVLØPSNETTETS INNGANGSDATA

RØR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ØVRE	NIVA ØVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETT-AREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDE I CM	HØYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. RØR KODE	RØR FRIK.	PERS. EKV.	TILR. TID	T. F. FJELL	PST. ANL. AR	
151	150	21.49	151	24.46	26.40	162.00	2.140	1.000	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
10	20	27.32	10	28.23	30.40	96.00	29.520	1.000	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
20	30	27.16	20	27.32	29.80	139.00	3.840	1.050	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
30	40	26.42	30	27.16	29.30	165.00	41.840	.420	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
41	40	26.42	41	26.67	28.60	61.00	.980	.550	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
40	50	25.38	40	26.42	28.40	264.00	3.010	1.540	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
51	52	27.35	51	27.94	29.90	45.00	4.760	1.150	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
52	50	25.38	52	27.33	29.40	151.00	1.060	.570	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
50	140	23.87	50	25.38	27.40	144.00	4.090	1.640	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
60	70	26.51	60	26.69	28.90	72.00	3.540	.920	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
70	80	25.60	70	26.51	28.60	179.00	2.900	.070	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
81	80	25.60	81	27.00	28.80	153.00	2.830	1.070	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
80	140	23.87	80	25.60	27.50	245.00	2.050	.410	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
90	100	26.68	90	27.55	29.30	55.00	1.410	.450	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
100	110	26.07	100	26.68	28.40	115.00	.520	.220	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
111	112	27.81	111	28.05	29.50	36.00	20.480	.360	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
112	113	26.61	112	27.81	30.60	48.00	.610	.240	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
113	110	26.07	113	26.61	29.70	49.00	.270	.050	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
110	120	25.75	110	26.07	29.10	51.00	1.110	.290	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
120	130	25.20	120	25.75	28.20	97.00	.790	.230	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
131	130	25.20	131	25.33	27.30	55.00	1.070	.240	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
130	140	23.87	130	25.20	26.70	161.00	1.670	.810	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
140	150	21.49	140	23.87	25.50	162.00	1.070	.280	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
150	160	19.33	150	21.49	23.60	125.00	.000	.000	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
161	160	19.33	161	22.40	24.30	78.00	11.290	.830	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
160	170	18.83	160	19.33	22.50	26.00	5.250	.280	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
170	180	17.93	170	18.33	20.50	90.00	.700	.090	.000	2000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
180	190	14.18	180	17.93	19.00	375.00	29.300	.070	.000	2000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
190	200	11.42	190	14.18	15.80	270.00	8.380	.770	.000	2000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
200	210	11.28	200	11.42	14.00	39.00	6.070	.140	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
201	202	12.33	201	14.61	16.30	186.00	15.150	3.440	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
202	210	11.28	202	12.33	14.15	9.00	.000	.000	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
210	220	9.48	210	11.28	14.10	180.00	2.100	.280	.000	2000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0

Dagvattennät Torslanda - Högområdet

AVLÖPSNETTETS INNGANGSDATA

RÖR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ØVRE	NIVA ØVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETT-AREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDE I C4	HØYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. KODE	RÖR FRIK.	PERS. EKV.	TILR. TID F.	T. FJFIL	ANL. AR	
291	292	23.30	291	24.02	26.10	114.00	1.250	.240	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
292	293	22.71	292	23.30	25.50	111.00	5.520	.590	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
293	294	20.19	293	22.71	25.00	123.00	3.400	1.370	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
294	295	17.45	294	20.19	22.70	134.00	2.870	.880	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
295	290	15.60	295	17.45	18.50	111.00	2.040	1.000	.000	600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
233	234	22.89	233	23.16	24.50	64.00	5.690	1.460	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
234	235	18.74	234	22.89	24.15	309.00	3.310	1.270	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
235	230	17.15	235	18.74	20.60	101.00	.150	.070	.000	600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
231	232	20.40	231	20.56	22.40	30.00	52.500	.010	.000	600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
232	236	20.00	232	20.40	22.20	73.00	1.140	.110	.000	600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
236	230	17.15	236	20.00	22.60	204.00	16.710	.290	.000	600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
225	228	21.96	225	17.60	19.30	155.00	12.510	1.500	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
228	230	17.15	228	17.26	18.75	124.00	3.660	1.250	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
230	240	16.44	230	17.15	19.50	52.00	6.340	.690	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
241	242	25.25	241	34.54	36.85	131.00	4.000	1.300	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
242	243	21.96	242	25.25	26.60	168.00	3.240	.730	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
243	244	19.46	243	21.96	23.80	110.00	1.740	.710	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
244	245	18.23	244	19.46	21.90	94.00	.390	.180	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
245	240	16.44	245	18.23	19.80	23.00	.000	.000	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
240	250	16.41	240	16.44	19.50	115.00	1.480	.310	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
250	260	16.25	250	16.41	19.40	135.00	3.880	1.800	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
260	270	16.10	260	16.25	18.90	167.00	3.100	1.380	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
271	270	16.10	271	20.59	22.25	253.00	1.750	.580	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
270	275	16.09	270	16.10	18.00	82.00	.120	.020	.000	1400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
277	276	16.68	277	16.88	19.90	81.00	2.100	.800	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
276	275	16.09	276	16.68	18.50	99.00	1.270	.310	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
275	280	16.05	275	16.09	18.00	156.00	.800	.120	.000	1400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
281	280	16.05	281	16.52	18.15	192.00	10.700	.300	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
282	283	21.15	282	23.58	25.00	64.00	5.900	1.000	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
283	284	16.99	283	21.15	24.50	165.00	2.740	.740	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
284	284	16.05	284	16.99	19.30	102.00	.970	.310	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
280	290	15.60	280	16.05	18.30	142.00	10.000	.080	.000	1400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
290	300	15.52	290	15.60	17.80	145.00	1.400	.200	.000	1600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
301	302	16.39	301	24.81	26.20	102.00	2.010	.280	.000	225.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
302	300	15.52	302	16.39	19.50	143.00	3.070	1.480	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
300	310	15.30	300	15.52	17.50	114.00	4.000	.010	.000	1600.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0

Dagvattennät Torslanda - Lottkärrsområdet

AVLÖPSNETTETS INNGANGSDATA

RÖR NR.	NIVÅ MED.	NIVÅ NEDRE	NIVÅ ØVRE	NIVÅ ØVRE	NIVÅ MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TEITAREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDEDE I CM	HØYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. KODE	RØR FRIK. EKV.	PERS. TILR. TID F.	PST. A.L. FJELL ÅR	
421	420	22.80	24.50	26.40	26.40	115.00	2.050	.970	.000	300.0			0	1.0	0	5	0.
410	420	22.76	23.66	26.50	26.50	97.00	9.400	.270	.000	400.0			0	1.0	0	5	0.
420	430	22.00	22.69	25.70	25.70	150.00	1.830	.410	.000	600.0			0	1.0	0	5	0.
431	430	21.96	23.40	26.10	26.10	91.00	4.750	.120	.000	500.0			0	1.0	0	5	0.
430	440	21.44	21.96	25.10	25.10	560.00	5.850	.000	.000	1000.0			0	1.0	0	5	0.

## Spillvattennät för Torslandaområdet

### AVLÖPSNETTETS INNGANGSDATA

RÖR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ÖVRE	NIVA ÖVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETT-AREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDE I CM	HÖYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. RÖR KODE	PERS. EKV.	TILR. TID	T. F. FJELL	PSY. ANL. ÅR		
521	520	22.26	521	23.27	26.50	93.00	9.400	.270	.000	225.0			0	.0	5.0	0	5	0.	0
510	520	22.26	510	22.92	26.40	119.00	2.050	.970	.000	300.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
520	530	21.50	520	22.26	25.70	137.00	1.830	.410	.000	600.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
531	530	21.50	531	22.88	26.10	110.00	4.750	.120	.000	225.0			0	.0	5.0	0	5	0.	0
530	540	24.47	530	21.50	25.10	262.00	.000	.000	.000	150.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
540	560	22.83	540	24.47	27.10	139.00	1.250	.240	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
560	570	22.30	560	22.83	25.50	110.00	5.520	.590	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
570	580	19.80	570	22.30	25.00	126.00	3.400	1.370	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
580	590	17.26	580	19.80	22.70	131.00	2.870	.880	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
590	600	14.91	590	17.26	18.50	111.00	2.040	1.000	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
601	600	14.91	601	15.55	17.50	143.00	6.480	1.960	.000	225.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
600	610	14.78	600	14.91	17.30	139.00	10.000	.080	.000	300.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
620	630	16.58	620	17.18	19.30	151.00	12.510	1.500	.000	400.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
630	640	16.13	630	16.58	18.75	111.00	3.660	1.250	.000	400.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
641	640	16.13	641	19.26	22.60	213.00	70.350	.400	.000	300.0			0	.0	2.0	0	5	0.	0
642	643	22.18	642	22.49	24.50	59.00	5.890	1.460	.000	225.0			0	.0	20.0	0	5	0.	0
643	644	18.09	643	22.18	24.15	305.00	3.310	1.270	.000	300.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
644	640	16.48	644	18.09	20.60	109.00	.150	.070	.000	300.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
640	650	16.11	640	16.13	19.50	64.00	6.340	.690	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
651	652	18.97	651	21.43	23.80	111.00	8.980	2.740	.000	225.0			0	.0	15.0	0	5	0.	0
652	653	17.82	652	18.97	21.90	94.00	.390	.180	.000	225.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
653	650	16.11	653	17.82	19.80	17.00	.000	.000	.000	225.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
650	660	15.80	650	16.11	19.50	117.00	1.480	.310	.000	400.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
660	670	15.21	660	15.80	19.40	137.00	3.880	1.300	.000	400.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
670	680	14.90	670	15.21	18.90	150.00	4.850	1.960	.000	400.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
680	683	14.32	680	14.90	18.00	72.00	.120	.020	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
681	682	15.97	681	17.53	19.90	80.00	2.100	.800	.000	300.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
682	683	14.62	682	15.97	18.50	91.00	1.270	.310	.000	300.0			0	.0	57.0	0	5	0.	0
683	613	14.25	683	14.32	18.00	161.00	11.500	.420	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
611	612	20.71	611	22.60	25.00	64.00	5.900	1.000	.000	300.0			0	.0	5.0	0	5	0.	0
612	613	16.59	612	20.71	24.50	164.00	2.730	.740	.000	300.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
613	610	14.78	613	16.59	19.30	99.00	.970	.310	.000	300.0			0	.0	37.0	0	5	0.	0
610	690	36.29	610	14.78	18.00	442.00	.000	.000	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
690	700	28.75	690	36.29	37.00	108.00	.000	.000	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
700	710	28.21	700	28.75	30.50	291.00	.000	.000	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
710	720	24.98	710	28.21	32.10	282.00	.000	.000	.000	500.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
721	722	26.53	721	27.27	29.90	57.00	4.760	1.150	.000	225.0			0	.0	10.0	0	5	0.	0
722	720	24.50	722	26.53	29.40	161.00	1.060	.570	.000	225.0			0	.0	29.0	0	5	0.	0
730	740	26.68	730	27.74	30.40	106.00	29.500	1.000	.000	225.0			0	.0	3.0	0	5	0.	0
740	750	26.17	740	26.55	29.80	139.00	3.840	1.050	.000	400.0			0	.0	29.0	0	5	0.	0
750	760	25.49	750	26.17	29.30	162.00	4.180	.420	.000	400.0			0	.0	29.0	0	5	0.	0
761	760	25.46	761	25.45	28.60	61.00	.980	.550	.000	225.0			0	.0	29.0	0	5	0.	0
760	720	24.07	760	25.46	28.40	282.00	3.010	1.540	.000	400.0			0	.0	29.0	0	5	0.	0
720	723	22.63	720	24.07	27.10	138.00	4.090	1.640	.000	600.0			0	.0	5.0	0	5	0.	0
724	725	25.82	724	26.04	28.90	81.00	3.540	.930	.000	225.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
725	726	24.99	725	25.82	28.60	181.00	2.900	.070	.000	225.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
727	726	24.99	727	26.49	28.30	150.00	2.630	1.070	.000	225.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0
726	723	22.65	726	24.99	27.50	237.00	2.050	.410	.000	225.0			0	.0	54.0	0	5	0.	0

Spillvattennät för Torslandaområdet, fortsättning från bilaga 2:1

AVLÖPSNETTETS INNGANGSDATA

RÖR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ØVRE	NIVA ØVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETT-AREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDE I CM	HÖYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. RÖR. KODE	RÖR. FRIK. EKV.	PERS. EKV.	TILR. TID F.	T. FJELL	PST. AR	AVL. AR
770	780	26.13	770	27.01	29.30	57.00	1.410	.450	.000	225.0			0	.0	31.0	0	5	0.	0
780	790	25.53	780	26.13	28.40	105.00	.520	.220	.000	225.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
791	792	27.28	791	27.45	29.50	36.00	20.480	.360	.000	225.0			0	.0	2.0	0	5	0.	0
792	793	26.05	792	27.23	30.60	54.00	.610	.240	.000	225.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
793	790	25.53	793	25.98	29.70	49.00	.270	.050	.000	225.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
790	800	25.21	790	25.53	29.10	50.00	1.110	.290	.000	225.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
800	810	24.67	800	25.21	28.20	98.00	1.860	.470	.000	300.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
810	723	22.63	810	24.67	26.70	158.00	1.670	.310	.000	300.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
723	820	20.44	723	22.63	25.50	147.00	1.070	.280	.000	400.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
821	820	20.44	821	23.86	26.40	166.00	2.140	1.000	.000	225.0			0	.0	62.0	0	5	0.	0
820	830	18.50	820	20.44	23.60	134.00	11.290	.830	.000	400.0			0	.0	5.0	0	5	0.	0
830	840	17.96	830	18.50	22.50	123.00	5.950	.370	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
840	850	13.90	840	16.96	19.00	292.00	29.300	.070	.000	400.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
850	860	11.66	850	13.90	14.18	293.00	14.450	.910	.000	400.0			0	.0	3.0	0	5	0.	0
861	862	11.95	861	14.13	16.30	191.00	15.150	3.440	.000	225.0			0	.0	10.0	0	5	0.	0
862	860	11.80	862	11.95	14.15	26.00	.000	.000	.000	300.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
860	870	11.21	860	11.66	13.70	163.00	2.100	.280	.000	500.0			0	.0	.0	0	5	0.	0
870	880	11.20	870	11.21	13.70	1.00	.000	.000	.000	.0			0	.0	.0	0	5	0.	0

# Kombinerat avloppsnät för Torslandaområdet

## AVLÖPPSNÄTETS INNGANGSDATA

RÖR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ÖVRE	NIVA ÖVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETTAREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDA I CM	HÖYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. KODE	RVR FRIK.	PERS. EKV.	TILR. TID	T. F.	PST. FJELL	ANL. AR
791	792	27.28	791	27.45	29.50	36.00	20.480	.360	.000	250.0			0	1.0	2.0	0	5	0.	0
792	793	26.05	792	27.23	30.60	54.00	.610	.240	.000	200.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
793	790	25.53	793	25.98	29.70	49.00	.270	.050	.000	250.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
770	780	26.13	770	27.01	29.30	57.00	1.410	.450	.000	200.0			0	1.0	31.0	0	5	0.	0
780	790	25.53	780	26.13	28.40	105.00	.520	.220	.000	300.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
790	800	25.21	790	25.53	29.10	50.00	1.110	.290	.000	400.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
800	810	24.67	800	25.21	28.20	98.00	1.860	.470	.000	500.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
810	723	22.63	810	24.67	26.70	158.00	1.670	.310	.000	400.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
521	520	80.42	521	81.43	84.66	93.00	9.400	.270	.000	200.0			0	1.0	5.0	0	5	0.	0
510	520	80.42	510	81.08	84.56	119.00	2.050	.970	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
520	530	79.66	520	80.42	83.86	137.00	1.830	.410	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
531	530	79.66	531	81.04	84.26	110.00	4.750	.120	.000	200.0			0	1.0	5.0	0	5	0.	0
530	532	79.65	530	79.66	83.26	1.00	.000	.000	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
532	540	77.37	532	79.65	83.26	262.00	.000	.000	.000	200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
540	560	75.73	540	77.37	80.00	189.00	1.250	.240	.000	200.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
560	570	75.20	560	75.73	78.40	110.00	5.520	.590	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
570	530	72.70	570	75.20	77.90	126.00	3.400	1.370	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
580	590	70.16	580	72.70	75.60	131.00	2.870	.880	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
590	600	67.81	590	70.16	71.40	111.00	2.040	1.000	.000	500.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
601	600	67.81	601	68.45	70.40	143.00	6.480	1.960	.000	500.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
600	610	67.68	600	67.81	70.70	139.00	10.000	.080	.000	1000.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
611	612	73.61	611	75.50	77.90	64.00	5.900	1.000	.000	250.0			0	1.0	5.0	0	5	0.	0
612	613	69.49	612	73.61	77.40	164.00	2.730	.740	.000	300.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
613	610	67.68	613	69.49	72.20	99.00	.970	.310	.000	400.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
620	630	69.48	620	70.08	72.20	151.00	12.510	1.500	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
630	640	69.03	630	69.48	71.65	111.00	3.660	1.250	.000	500.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
641	640	69.03	641	72.16	75.50	213.00	70.350	.400	.000	200.0			0	1.0	20.0	0	5	0.	0
642	643	75.08	642	75.39	77.40	59.00	5.690	1.460	.000	400.0			0	1.0	20.0	0	5	0.	0
643	644	70.99	643	75.08	77.05	305.00	3.310	1.270	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
644	640	69.38	644	70.99	73.50	109.00	.150	.070	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
640	650	69.01	640	69.03	72.40	64.00	6.340	.690	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
651	652	71.87	651	74.33	76.70	111.00	8.980	2.740	.000	400.0			0	1.0	15.0	0	5	0.	0
652	653	70.72	652	71.87	74.80	94.00	.390	.180	.000	500.0			0	1.0	57.0	0	5	0.	0
653	650	69.01	653	70.72	72.70	17.00	.000	.000	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
650	660	68.70	650	69.01	72.40	117.00	1.480	.310	.000	1000.0			0	1.0	37.0	0	5	0.	0
660	670	68.11	660	68.70	72.30	137.00	3.880	1.800	.000	1000.0			0	1.0	57.0	0	5	0.	0
670	680	67.80	670	68.11	71.80	150.00	4.850	1.960	.000	1200.0			0	1.0	57.0	0	5	0.	0
680	683	67.22	680	67.80	70.90	72.00	.120	.020	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
681	632	68.87	681	70.43	72.30	80.00	2.100	.800	.000	250.0			0	1.0	57.0	0	5	0.	0
682	683	67.52	682	68.37	71.40	91.00	1.270	.310	.000	300.0			0	1.0	57.0	0	5	0.	0
683	610	67.15	683	67.22	70.90	161.00	11.500	.420	.000	1400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
610	614	67.14	610	67.14	70.90	1.00	.000	.000	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
614	700	36.29	614	67.14	70.90	442.00	.000	.000	.000	200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
690	700	28.75	690	36.29	37.00	108.00	.000	.000	.000	200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
700	710	28.21	700	28.75	30.50	291.00	.000	.000	.000	400.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
710	720	24.98	710	28.21	32.10	282.00	.000	.000	.000	300.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
721	722	26.53	721	27.27	29.90	57.00	4.760	1.150	.000	300.0			0	1.0	10.0	0	5	0.	0
722	720	24.50	722	26.53	29.40	161.00	1.060	.570	.000	400.0			0	1.0	29.0	0	5	0.	0

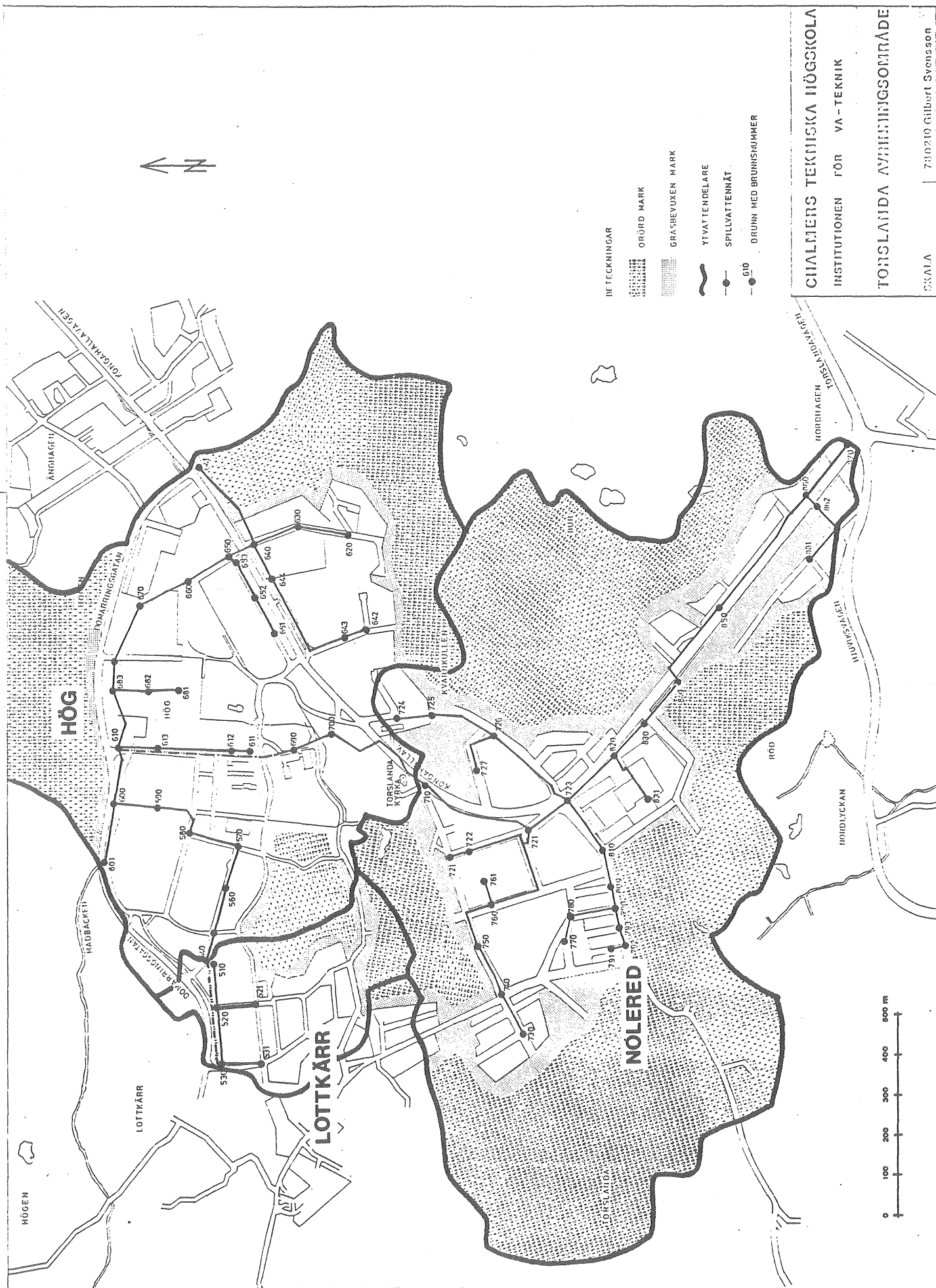


Kombinerat avloppsnät för Torslandaområdet, fortsättning från bilaga 3:1

A V L Ö P S N E T T E T S I N N G A N G S D A T A

RÖR NR.	NR. NED.	NIVA NEDRE	NR. ÖVRE	NIVA ÖVRE	NIVA MARK	LENGDE I M	TOTAL AREAL	TETT-AREAL	RED. FAKTOR	DIAM MM/ BREDDE I CM	HÖYDE I CM	HELN. VINK.	T.S. KODE	RÖR FRIK.	PERS. EKV.	TILR. TID	T. F. FJELL	PST. AR	ANL. AR
730	740	26.68	730	27.74	30.40	106.00	29.500	1.000	.000	300.0			0	1.0	3.0	0	5	0.	0
740	750	26.17	740	26.55	29.80	139.00	3.840	1.050	.000	500.0			0	1.0	29.0	0	5	0.	0
750	760	25.49	750	26.17	29.30	162.00	4.180	.420	.000	500.0			0	1.0	29.0	0	5	0.	0
761	760	25.46	761	25.75	28.60	61.00	.980	.550	.000	300.0			0	1.0	29.0	0	5	0.	0
760	720	24.07	760	25.46	28.40	282.00	3.010	1.540	.000	600.0			0	1.0	29.0	0	5	0.	0
720	723	22.63	720	24.07	27.10	135.00	4.090	1.640	.000	800.0			0	1.0	5.0	0	5	0.	0
724	725	25.82	724	26.04	28.90	81.00	3.540	.930	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
725	726	24.99	725	25.82	28.60	181.00	2.900	.070	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
727	726	24.99	727	26.49	28.80	150.00	2.830	1.070	.000	300.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
726	723	22.65	726	24.99	27.50	237.00	2.050	.410	.000	400.0			0	1.0	54.0	0	5	0.	0
723	820	20.44	723	22.63	25.50	147.00	1.070	.280	.000	800.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
821	820	20.44	821	23.86	26.40	166.00	2.140	1.000	.000	250.0			0	1.0	62.0	0	5	0.	0
820	830	18.50	820	20.44	23.60	134.00	11.290	.830	.000	800.0			0	1.0	5.0	0	5	0.	0
830	840	17.96	830	18.50	22.50	123.00	5.950	.370	.000	1000.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
840	850	13.90	840	16.96	19.00	292.00	29.300	.070	.000	800.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
850	860	11.66	850	13.90	14.18	293.00	14.450	.910	.000	1000.0			0	1.0	3.0	0	5	0.	0
861	862	11.95	861	14.13	16.30	191.00	15.150	3.440	.000	500.0			0	1.0	10.0	0	5	0.	0
862	850	11.80	862	11.95	14.15	26.00	.000	.000	.000	500.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
860	870	11.21	860	11.66	13.70	163.00	2.100	.280	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0
870	880	11.20	870	11.21	13.70	1.00	.000	.000	.000	1200.0			0	1.0	.0	0	5	0.	0

Bilaga 4



BE TECKNINGAR

ORÖRD MARK

GRÄSBEVUXEN MARK

YTVATTENDELARE

SPILLVATTENNÄT

G10 DRUNN MED BRUNNSNUMMER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

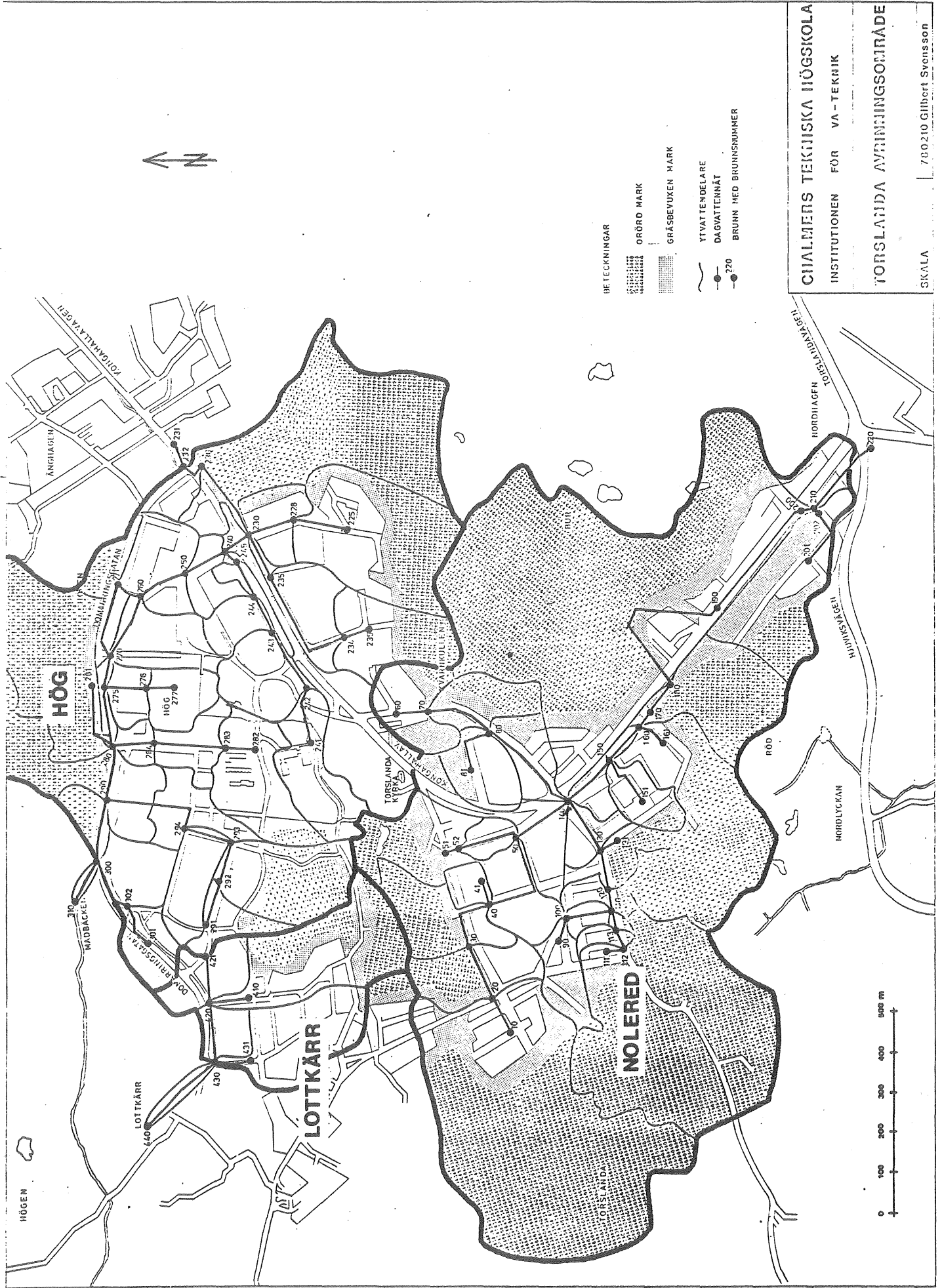
INSTITUTIONEN FÖR VA-TEKNIK

TORSLANDA AVVÄTNINGSOMRÅDE

SKALA | 7:500 | Gilbert Svensson



Bilaga 5



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
 INSTITUTIONEN FÖR VA - TEKNIK  
 TORSLANDA AVRINNINGSOMRÅDE  
 SKALA 1:700 210 Gilbert Svensson

UTFÖRDA MÄTNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR I TORSLANDAOMRÅDET

Nedan är samtliga de undersökningar och mätningar som utförts i samband med projektet i Torslanda förtecknade.

Nederbördsregistrering på Torslanda flygplats

Mätning av spillvattenflöden:

Högs pumpstation för Högområdet och Lottkärr

Utloppet vid Torslandavägen för hela området

Speciella brunnar för läcksökning i delområden

Mätning av dagvattenflöden:

Noleredsområdet

Högområdet

Inkommande bäck till Högområdet

Provtagning och fysikalisk- kemisk analys av dagvatten och spillvatten

Observationer av övre grundvattennivå i lerans torrskorpa i anslutning till ledningsgrav

Filmning av vissa huvudledning