



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

Geologi

Geoteknik med grundläggning

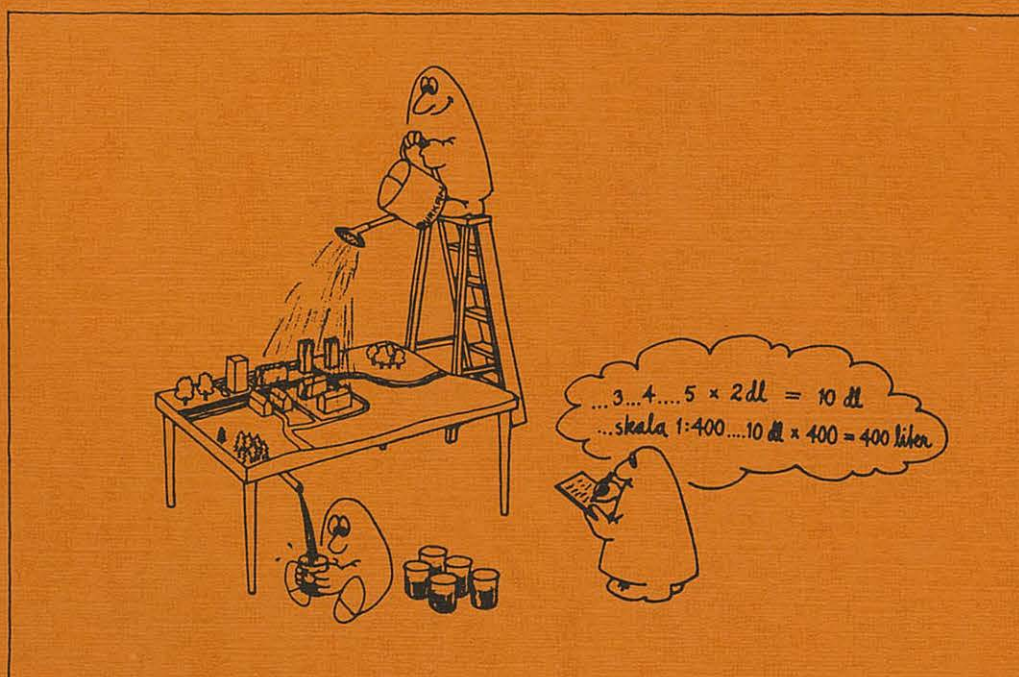
Vattenbyggnad

Vattenförsörjnings - och avloppsteknik

ISSN 0347-8165

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN 1972-78

SAMMANSTÄLLNING AV UPPNÅDDA RESULTAT



PER - ARNE MALMQUIST (red.)

FÖRORD

Föreliggande resultatsammanställning har tillkommit på uppdrag av Byggforskningsrådet genom den referensgrupp som tillsatts för forskningsgruppen. Referensgruppens medlemmar är Leif Andréasson, Statens geotekniska institut, Erik Isgård, Vattenbyggnadsbyrån och Lars Thorell, Statens naturvårdsverk.

Sammanställningen har gjorts av de projektledare eller forskare som varit ansvariga för forskningsgruppens projekt under utvärderingsperioden. Referensgruppen har lämnat synpunkter på innehåll och utformning.

Denna sammanställning och utvärdering av uppnådda resultat är den första av sitt slag inom området. Den måste därför ses som något av ett försök. Det är många gånger svårt för en forskare dels att "objektivt" utvärdera vad han själv gjort, dels att veta i vilken omfattning hans resultat tillämpas i praktiken eller kommer att tillämpas i framtiden. Utvärderingen kommer därför med all sannolikhet att bemötas med kritik från olika håll - en välkommen kritik som dock måste ses mot uppgiftens svårighetsgrad.

Göteborg i april 1979.

Per-Arne Malmquist

INNEHÅLL	SID	
1.	BAKGRUND OCH SYFTE	1
1.1	<u>Bakgrund</u>	1
1.2	<u>Syfte</u>	1
2.	GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN	2
2.1	<u>Verksamhet 1972-78</u>	2
2.2	<u>Verksamhet 1978-</u>	4
3.	RESULTAT	9
3.1	<u>Ämnesområde "Grundvattnets beteende"</u>	10
3.1.1	Grundvattenbildning, samspelet jord- lager och berggrund.	10
3.1.2	Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden i bebyggelse- påverkade områden.	13
3.1.3	Finita elementmetoden tillämpad vid geohydrologisk planering - prognos av grundvattensänkningar och därav be- roende sättningar.	16
3.2	<u>Ämnesområde "Grundvattenbalans i lera"</u>	18
3.2.1	Grundvattensänkningens följder och mot- åtgärder. Geotekniskt studium.	18
3.2.2	Samband mellan portryck/markkrörelser och trädsvattenupptagning.	20
3.2.3	Effekter av rubbad grundvattenbalans inom lerområden.	22
3.3	<u>Ämnesområde "Djupinfiltration"</u>	24
3.3.1	Metodstudier för att återställa eller bibehålla grundvattenytan.	24
3.3.2	Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - geoteknisk studie.	27
	Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - teknisk utformning och drift.	27
	Djupinfiltration - igensättningspro- blematiken och teknisk drift.	27
3.4	<u>Ämnesområde "Lokalt omhändertagande av dagvatten"</u>	31
3.4.1	Markvattenförhållanden i urbana om- råden.	31

3.4.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten. a) Hydrologiska förutsättningar b) Geohydrologiska förutsättningar c) Markvattenförhållanden	34
3.4.3	Utveckling av byggnadstekniska kartor för redovisning av grundvattenförhållanden m m.	40
3.4.4	Stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska och ekologiska förutsättningarna. Exemplifiering i Karlskoga kommun.	43
3.4.5	Dagvatteninfiltration på grönytor	46
3.4.6	Termisk registrering, en metod att kartera markvattenhalten	48
3.4.7	Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration	49
3.5	<u>Ämnesområde "Planering och dimensionering av dagvattensystem"</u>	51
3.5.1	Dagvattenstudier i Göteborg. Dagvattenhydrologi - analys och dimensionering av avledningssystem för dagvatten. Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping.	51 51
3.5.2	Dagvattenavledning - flödesmodeller Dagvattenhydraulik - ledningssystem hydrauliska funktion.	59 59
3.5.3	Praktisk användning av dagvattenmodeller.	64
3.5.4	Planeringsmodell för dagvatten.	68
3.5.5	Optimering av avloppsledningar.	69
3.5.6	Dagvattenavrinning från stora urbana områden - simuleringsteknik exemplifierat på Göteborg.	70
3.5.7	Val av nederbördsdata vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp.	71
3.5.8	Långtidsmätning av nederbörd, dagvattenflöde och dagvattnets sammansättning.	73
3.5.9	Anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät - ekonomiska kriterier och tekniska förutsättningar.	74

	SID
3.6	<u>Ämnesområde "Dagvattets sammansättning"</u> 76
3.6.1	Dagvattnets sammansättning och variation. 76
	Dagvattensammansättningens beroende av luft- och nederbördsburna föroreningar och av dessas korrosiva inverkan på byggnader. 76
	Mikroämnen i dagvatten. 76
3.6.2	Förorening av dagvatten. 77

Bilaga: Förteckning över publicerade och planerade rapporter från verksamhetsperioden 1972-78

1 UTVÄRDERINGENS BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

Statens råd för byggnadsforskning, BFR, finansierar den övervägande delen av den forskning som bedrivs inom Geohydrologiska forskningsgruppen. Omvänt svarar forskningsgruppen för en betydande del av BFR:s forskning inom tätortsteknik/urban hydrologi. Behovet av att få till stånd en utvärdering av denna verksamhet har efter hand blivit allt starkare för att slutligen komma till uttryck i en bilaga till det forskningskontrakt som forskningsgruppen erhöll från BFR för budgetåret 1978/79. I kontraktbilagan stipulerades sålunda: "...Därtill ansvarar referensgruppen för ... utvärdering av geohydrologiska forskningsgruppens verksamhet under åren 1972-1978".

Efter diskussioner mellan BFR, referensgruppen och forskningsgruppen beslutades vid sammanträde i september 1978 dels att med ordet "utvärdering" i kontraktbilagan skulle menas "resultatutvärdering", dels att utvärderingen åtminstone i en första utformning skulle utföras av forskarna själva. Den så framtagna utvärderingen skulle sedan tillställas referensgruppen för ställningstagande till eventuell ytterligare utvärdering genom extern expertis.

1.2 Syfte

Resultatutvärderingen syftar till att utreda vilken nytta och vilken tillämpning de forskningsresultat som framkommit vid Geohydrologiska forskningsgruppen under 1972-78 har fått och förväntas få.

Vad som från forsknings- och utvecklingssynpunkt återstår att göra för att forskningsresultaten skall få praktisk tillämpning skall anges.

Utvärderingen syftar också till att undersöka vilka råd och riktlinjer som forskningsresultaten kan ligga till grund för och hur forskningsresultaten i övrigt bäst kan föras ut till brukarna.

2.1 Verksamheten under 1972-78

Geohydrologiska forskningsgruppen består av forskare från de fyra institutionerna Geologi, Geoteknik, Vattenbyggnad och Vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Genom gruppen sysselsattes 77/78 ett tjugotal forskare och ingenjörer. Forskningsgruppen var ingen fristående administrativ enhet utan mer att betrakta som en samarbetsform för de fyra institutionerna. Det sammanhållande samordningsprojektet, som bland andra finansierade gruppens koordinator och sekreterare, var formellt underställt Institutionen för vattenbyggnad. Vid det praktiska arbetet fungerade emellertid gruppen som en självständig enhet.

Gruppen startade sin verksamhet 1972 med det integrerade forskningsprojektet "Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning". Under detta projekt studerades delområdena dagvattenhydrologi, grundvattenhydrologi och geotekniska aspekter. De ingående forskningsprojekten var "Dagvattenstudier i Göteborg", "Dagvattnets sammansättning och dess variationer", "Grundvattenbalans och grundvattenbildning", "Grundvattensänkningens följder och motåtgärder - geotekniskt studium" samt "Metodstudier för att återställa eller bibehålla grundvattentryck". Under det andra verksamhetsåret tillkom projekten "Dagvattenavledning - flödesmodeller", "Markvattenmagasinets betydelse för ytavrinning och grundvattenbildning inom ett urbant område" samt "Utveckling av ingenjörsgelogiska kartor". De olika forskningsprojekten har avrapporterats i olika sammanhang, bland annat i gruppens meddelandeserie, se bilaga 1.

En översiktlig beskrivning och utvärdering av forskningsgruppens erfarenheter finns i "Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning - geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75". Geohydrologiska forskningsgruppen, meddelande nr 24, av Leif Carlsson och Klas Cederwall.

Under den första treårsperioden finansierades verksamheten av Bygghforskningsrådet. Särskilt inom dagvattenområdet etablerades ett gott samarbete med Göteborgs Vatten- och Avloppsverk som också ekonomiskt stödde verksamheten.

Ur sammanfattningen i Carlsson/Cederwalls rapport kan citeras:

"Erfarenheterna av blockforskning i den form som här skett är gynnsamma. Efter den första tre-årsperioden fungerar gruppen nu som en enhet och har visat sig ha stor flexibilitet när det gäller att ta sig an varierande problem inom det geohydrologiska området."

Under den följande tre-årsperioden, 1975-78, breddades verksamheten vid forskningsgruppen. Forskningen inom gruppen skedde integrerat med institutionernas verksamhet och i samarbete med kommuner och konsulter. Kontakterna med andra högskolor och med myndigheter intensifierades allt mer. Genom den tvärvetenskapliga integreringen och de omfattande externa kontakterna som etablerades fick forskningen vid gruppen bred verklighetsanknytning. Den vetenskapliga forskningssynen kvarstod som grundsyn för gruppens arbete. Forskningsgruppens integrerade arbetsformer medförde att även projekt som inte naturligen rymdes inom en enda institution kunde tas upp. Typiska exempel på detta är projekten "Lokalt omhändertagande av dagvatten", "Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration" samt "Dagvattnets föroreningskällor".

Forskarnas erfarenheter av det tvärfackliga arbetet har varit synnerligen goda och en stabil grund för fortsatt forskning inom det geohydrologiska området har skapats vid forskningsgruppen. Gruppen har inom flera områden fått fram goda forskningsresultat och stora förväntningar på det fortsatta arbetet har framförts i olika sammanhang.

Gruppens verksamhet har under den andra tre-årsperioden finansierats med medel från BFR men även SNV forskningsnämnden, Göteborgs VA-verk, Linköpings kommun med flera har bidragit. Lokaler, laboratorie- och kontorsresurser samt vissa tjänster bekostades av CTH.

Den totala omsättningen vid forskningsgruppen (medel från forskningsråd, kommuner etc) har under åren 1975-78 varit i medeltal ca 1850 kkr per år varav från BFR i medeltal 1500 kkr per år.

En sammanställning av forskningsprojekten under 1972-78 återfinns i tabell 1.

2.2 Verksamheten från och med 1978/79

Från och med budgetåret 1978/79 bedrivs verksamheten vid forskningsgruppen under ett ramprojekt med titeln "Planering och byggande med hänsyn till de hydrologiska, geologiska och ekologiska förutsättningarna". Forskningsanslag (2 Mkr) har beviljats för budgetåret 78/79 medan reservationer gjorts för de två följande åren (2,1 Mkr respektive 2,2 Mkr). Ramprojektet är under innevarande budgetår uppdelat i följande forskningsprojekt:

- Dagvatteninfiltration på grönytor
- Lokalt omhändertagande av dagvatten
- Finita elementmetoden tillämpad vid geohydrologisk planering
- Termisk registrering
- Alternativ gatuplanering
- Optimering av avloppsledningar
- Dagvattenavrinning från stora urbana områden
- Val av nederbördsindata
- Långtidsmätning av dagvatten
- Förorening av dagvatten
- Avläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät
- Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift
- Rubbad grundvattenbalans i lerområden
- Brukarinformation
- Samordning

Ramprojektet administreras formellt av Institutionen för vattenbyggnad. Projektledare är forskningsgruppens koordinator. Denne är kontaktman mellan BFR och forskningsgruppen vad gäller administrativa, ekonomiska och övergripande frågor. För vart och ett

av de i ramprojektet ingående forskningsprojekten finns en projektledare. Denne har det fackliga ansvaret för sitt projekt och svarar inom gruppen för projektets administration och ekonomi.

En referensgrupp har av BFR tillsatts för forskningsgruppen. Referensgruppens medlemmar är Leif Andréasson, SGI, Erik Isgård, VBB och Lars Thorell, SNV. För referensgruppen gäller BFR:s "Allmänna riktlinjer för referensgrupper". Därtill svarar referensgruppen för

- bevakning av att de beviljade medlen fördelas lämpligt mellan delprojekten. Referensgruppen äger att ta initiativ och föreslå ändrad medelsdisposition inom ramen för beviljat anslag.
- bevakning av att speciella villkor, kända till respektive delprojekt, uppfylles
- utvärdering av geohydrologiska forskningsgruppens verksamhet under åren 1972-1978.

Forskningsgruppens verksamhet finansieras i mindre utsträckning för närvarande också av Naturvårdsverkets forskningsnämnd samt genom uppdragsforskning åt kommuner med flera.

Tabell 1. Sammanställning av forskningsprojekt 1972-79.

Projektnummer	Titel	Projektledare	Övriga forskare	Startår	Slutrapport	Medfinansierare	Främsta målgrupper	Kapitel
BFR 720427	Grundvattenbildning - samspolet jordlager och berggrund.	Per Wedel	Kai Palmqvist Leif Cliffordsson Stig Hård	1972	1978		Projektörer Planerare Konsulter	3.1.1
BFR 750946-0	Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden i bebyggelsepåverkade områden.	Leif Carlsson	Göran Ejdeling	1976	1978/79		Konsulter Myndigheter	3.1.2
BFR 780257-8	Finita elementmetoden tillämpad vid geohydrologisk planering - prognos av grundvattensänkningar och därav beroende sättningar.	Göran Ejdeling	Nils-Erik Wiberg Göran Sällfors Per-Evert Bengtsson Kenneth Runesson	1978	1980		Konsulter Myndigheter	3.1.3
BFR 720428-2	Grundvattensänkningens följder och motåtgärder. Geotekniskt studium.	Sven Hansbo	B-A Torstensson	1972			Projektörer Konsulter	3.2.1
BFR 761019-1	Samband mellan portryck/markrörelse och trädsvattenupptagning.	Sven Hansbo	Jan Berntsson	1977	1979		Planerare Konsulter Beslutsfattare	3.2.2
BFR 771007-4	Effekter av rubbad grundvattenbalans inom lerområden.	Sven Hansbo	Jan Berntsson Göran Sällfors	1977	1981		Konsulter Planerare Beslutsfattare	3.2.3
BFR 720429-7	Metodstudier för att återställa eller bibehålla grundvattenytan	Axel Björkman	Leif Carlsson	1972	1978		Projektörer Planerare Konsulter Forskare	3.3.1
BFR 750944-9	Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - Geoteknisk studie.	Sven Hansbo	Jan Berntsson	1976	1978		Projektörer Konsulter Beslutsfattare	3.3.2
BFR 750945-4	Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - teknisk utformning och drift.	Axel Björkman	A-C Andersson	1976				
BFR 750945-4	Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift.	Axel Björkman	A-C Andersson	1978				9
BFR 740080-7	Markvattenförhållanden i urbana områden.	Per Wedel	Olov Holmstrand	1974	1976		Forskare Konsulter	3.4.1

Projektnummer	Titel	Projektledare	Övriga forskare	Startår	Slutrapport	Medfinansierare	Främsta målgrupper	Kapitel
BFR 750947-5 BFR 780257-8	Lokalt omhändertagande av dagvatten a) Hydrologiska förutsättningar	Klas Cederwall Anders Sjöberg	Per Lindvall	1976	1979	Göteborgs VA-verk Göteborgs Egnahems AB Svenska Riksbyggen (Halmstads kommun)	Planerare Projektörer Konsulter Myndigheter	3.4.2
BFR 750942-8 BFR 780257-8	b) Geohydrologiska förutsättningar	Per Wedel Olov Holmstrand	Stig Hård Lars-Ove Sörman Bo Lind					
BFR 750148-4	c) Markvattenförhållanden i urbana områden	Per Wedel	Olov Holmstrand Lars O Ericsson					
BFR 740281-6	Utveckling av byggnadstekniska kartor för redovisning av grundvattenförhållanden m m.	Per Wedel	Olov Holmstrand	1973	1977		Projektörer Planerare Konsulter	3.4.3
BFR 771091-0	Stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska och ekologiska förutsättningarna. Exemp- Exemplifiering i Karlskoga kommun.	P-A Malmquist	Bo Lind Eivor Bucht Göte Nordin	1977	1978	(Karlskoga kommun)	Planerare Utredare Forskare Myndigheter Beslutsfattare	3.4.4
BFR 780257-8	Dagvatteninfiltration på grönytor.	Stig Hård	Per Wedel Sven Jonasson	1978	1981		Planerare Projektörer Konsulter	3.4.5
BFR 780257-8	Termisk registrering, en metod att kartera markvattenhalten.	Per Wedel	Stig Hård	1978	1980		Projektörer Forskare Planerare	3.4.6
SNV 7-565/78	Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration	P-A Malmquist	Stig Hård	1978	1980	Statens Naturvårdsverk	Planerare Projektörer Myndigheter	3.4.7
BFR 720425-5	Dagvattenstudier i Göteborg.	Lennart Rahm Anders Sjöberg	Viktor Arnell Sven Lyngfelt	1972	1977	Göteborgs VA-verk Tekniska verken i Linköping Styrelsen för teknisk utveckling	Projektörer Planerare Konsulter Forskare	3.5.1
BFR 750150-1	Dagvattenhydrologi - Analys och dimensionering av avledningssystem för dagvatten.			1975	1979/80			
BFR 750562-2	Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping			1976	1978/79			7

Projektnummer	Titel	Projektledare	Övriga forskare	Startår	Slutrapport	Medfinansiärer	Främsta målgrupper	Kapitel
BFR 730276-7	Dagvattenavledning - flödesmodeller	Anders Sjöberg		1973	1976	Statens Vattenfallsverk Göteborgs VA-verk	Konsulter Forskare	3.5.2
BFR 750151-6	Dagvattenhydraulik - lednings-systems hydrauliska funktion.			1975	1979			
BFR 770147-9	Praktisk användning av dagvattenmodeller.	Anders Sjöberg	Thomas Asp Jan Lundgren Henriette Melin	1977	1979		Projektörer Konsulter	3.5.3
BFR 760080-8	Planeringsmodell för dagvatten.	Gilbert Svensson	P-A Malmquist	1976	1978/79	Göteborgs VA-verk NIVA	Planerare Konsulter Myndigheter	3.5.4
BFR 780257-8	Optimering av avloppsledningar.	Anders Sjöberg	Jan-Arne Nilsdal Viktor Arnell	1978	1982	Göteborgs VA-verk	Planerare Projektörer Myndigheter Konsulter	3.5.5
BFR 780257-8	Dagvattenavrinning från stora urbana områden - simulerings-teknik exemplifierat på Göteborg	Sven Lyngfelt	Gilbert Svensson Börje Sjölander	1978	1980	GRYAAB	Planerare Projektörer Konsulter	3.5.6
BFR 780257-8	Val av nederbördsdata vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp.	Viktor Arnell	Thomas Asp	1978	1980	Göteborgs VA-verk	Projektörer Konsulter	3.5.7
BFR 780257-8	Långtidsmätning av nederbörd, dagvattenflöde och dagvattnets sammansättning.	Gilbert Svensson	Börje Sjölander	1978		Göteborgs VA-verk CTH VA-teknik	Forskare Myndigheter	3.5.8
BFR 780257-8	Anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät - ekonomiska kriterier och tekniska förutsättningar.	Peter Balmér	Hans Bäckman	1978	1982		Planerare Projektörer Konsulter Myndigheter	3.5.9
BFR 720426-1	Dagvattnets sammansättning och variation.	Torsten Hedberg	P-A Malmquist Gilbert Svensson	1972	1977	Statens Naturvårdsverk Göteborgs VA-verk	Planerare Konsulter	3.6.1
BFR 740355	Dagvattensammansättningens beroende av luft- och nederbördsburna föroreningar och av dessas korrosiva inverkan på byggnader.	P-A Malmquist	Gilbert Svensson	1975	1979		Lärare Forskare Myndigheter Beslutsfattare	
SNV 7-129/75	Mikroämnen i dagvatten.	P-A Malmquist	Birgitta Horkeby Björn Josefsson	1975	1977			∞ .
BFR 780257-8	Förorening av dagvatten	Gilbert Svensson		1978	1980		Projektörer Konsulter Forskare	3.6.2

3. RESULTATUTVÄRDERING

Resultatutvärderingen omfattar följande punkter:

- 1/ Uppgift om projektledare och övriga forskare
- 2/ Uppgift om viktigare forskningsrapporter
- 3/ Kort beskrivning av forskningsprojektet
- 4/ Vilka resultat har projektet lett fram till?
- 5/ Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?
- 6/ Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?
- 7/ Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?
- 8/ Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?
- 9/ Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?
- 10/ Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?
- 11/ Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Dessa punkter kommer igen för vart och ett av de nedan upptagna, avslutade projekten.

För de pågående projekten tillämpas uppställningen

- 1) Projektledare och forskare
- 2) Beskrivning av forskningsprojektet
- 3) Nyttiggörande av resultaten

lutande krosszon visat att värdet är större än $7 \cdot 10^{-3}$ m/s medan värdet för berggrunden under och öster om denna zon bedömts till storleksordningen $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. I anslutning till brantstående sprickzoner tycks permeabiliteten här öka till $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Jordlagrens hydrauliska egenskaper är mycket varierande. Grundvattenavsänkningen i jordlagren jämförs med grundvattentryckförhållandena i berggrunden som i sin tur är kraftigt avsinkta på grund av dränering till tunnlar. Likartade grundvattenförhållanden uppträder inom andra delar av Sverige där strukturstyrda zoner utgör en dominerande del av det tektoniska mönstret.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Projektet har visat hur grundvattenavsänkning i berggrunden påverkar jordlagren med avseende på såväl grundvattentrycknivå som strömbild. Beträffande berggrunden har det visats vilka svaghetszoner som har den största vattengenomsläppligheten och vilka som är av mindre betydelse i det aktuella berggrundsavsnittet. Jordartslagerföljden, speciellt friktionsmaterialets utbredning på berggrunden och i det ovanför liggande lerlagret har visats samt hur detta påverkar infiltration och perkolation.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Berggrundsvattnets påverkan på grundvattenförhållandena i jordlagren har stor betydelse för förståelse av portryckssänkning i kohesionsjordarter och därav förorsakade sättningsskador. För bedömning av skredrisker och/eller orsaker har numera även berggrundsvattnets tryckförhållande bakom jordslänter förts in i diskussionen.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Beträffande jordlagren har forskningsprojektet verifierat ideer om friktionsmaterialets utbredning på berggrunden. Erfarenheten har meddelats såväl i grundundervisningen i kvartärgeologi som i STF-kurs.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Erfarenheterna beträffande infiltrationsförhållanden har nyttiggjorts dels i projektet "Markvattenundersökning i ett urbant område" dels i projektet "Djupinfiltrationsstudier i Angered". Erfarenheter beträffande lagerföljden utgör en plattform för nya projekt som skall genomföras vid Geologiska institutionen och institutionen för Geoteknik, CTH, beträffande stabilitet och skred.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Förståelsen för grundvattenförhållandena har vuxit fram under tiden som projektet genomförts. För framtiden förväntas möjligheter att göra bättre prognoser beträffande förändring av grundvattenförhållanden. Dessutom kommer riktigare och mindre generaliserade lagerföljdsbeskrivningar att redovisas vid grundundersökningar.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Idéer från projektet går vidare i nya projekt med annan målsättning.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Forskningsresultaten förs ut genom rapporter och dessutom, nedbrutna till delfrågor, vid kurser anordnade av organisationer såsom STF eller internutbildning och i grundundervisning.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Erfarenheterna kan tillsammans med stoff från andra projekt ligga till grund för råd och anvisningar vid större berg- och tunnelarbeten samt för bedömning av influensområden för brunnar i kristallin berggrund. Erfarenheten beträffande jordartslagerföljden kan arbetas in i anvisningar för jordartsundersökningar.

3.1.2 Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden i bebyggelsepåverkade områden

Projektledare och övriga forskare

Leif Carlsson, Göran Ejdeling

Viktigare forskningsrapporter

Carlsson, L, Ejdeling, G, 1978. Estimation of Geohydrological Properties of Tectonic Zones in Hard Rocks by Using Artificial Recharge Tests and Numerical Modelling. Nordisk hydrologisk konferens i Helsinki 1978. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Ejdeling, G, 1978. Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 18.

Planerade rapporter

Ejdeling G. Slutrapport. Beräknas komma våren 1979.

Beskrivning av forskningsprojektet

Projektet har haft som målsättning att få fram en beräkningsmodell för prognos av grundvattenförhållanden, speciellt för urbana områden.

I ett första skede har modellbegreppet analyserats och därefter har olika typer av modeller inventerats. Därvid framkom att den mest flexibla och för svenska förhållanden bäst lämpade modelltypen var en matematisk, numerisk modell.

Vid institutionen för byggnadsstatik, CTH, har sedan flera år bedrivits utveckling av datorprogram enligt finita elementmetoden. Ett av dessa program, för övrigt gällande temperaturfältsanalys, testades för grundvattenberäkningar, vilket visade på FEM's möjligheter. Därför påbörjades ett samarbete mellan geohydrologiska forskningsgruppen och institutionen för byggnadsstatik, vilket utvidgades till att även gälla Sveriges Geologiska Undersökning, SGU och VIAK AB. Ett speciellt program för grundvattenberäkningar har utvecklats och testats för skilda förhållanden. Programmet finns nu tillgängligt för envar hos Göteborgs Datacentral.

I Meddelande 18 redovisas inventeringen av modeller och ett par tillämpningar av finita elementmetoden på grundvattenproblem. I den planerade, ännu ej utgivna rapporten, redovisas främst ytterligare tillämpningsexempel samt metodanvisningar för modellberäkningarna.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Projektet har visat hur datormodeller enligt finita elementmetoden, FEM, kan användas för analys av grundvattenproblem för svenska förhållanden. Ett FEM-program för grundvattenberäkningar finns nu tillgängligt vid Göteborgs Datacentral.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Beräkningsmodellerna har använts även utanför högskolan vid analys av grundvattenproblem, bland andra av Sveriges Geologiska Undersökning:

- Hydrologiska synpunkter på planerad kalkstensbrytning i Billingen vid Våmb, Skaraborgs län. Rapport till Cementa AB, september 1977.
- Hydrogeologiska synpunkter på planerad brytning av kalksten och mägersten på File Hajdar, Gotland. Rapport till Regeringen, oktober 1977.
- Höganäs kommuns grundvattentäkt vid Bräcke. Rapport till Växjö tingsrätt, mars 1978.
- Grundvattenbildningen inom Gotland beräknad med en numerisk modell. Rapport till Vattenplaneringsutredningen, Jordbruksdepartementet, september 1978.

samt i samband med olika konsultuppdrag inom VIAK AB.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

I kursen "Finita elementmetoden - en datoranpassad beräkningsmetod för lösning av ingenjörproblem", en extern kurs vid CTH

2-6 oktober 1978, ingick användning av ovannämnda program. Vid CTH ges inom civilingenjörsutbildningen från och med våren 1979 en kurs i geohydrologi, vilken också tar upp beräkningsmodeller för grundvattenströmning.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Datormodeller för analys av grundvattenströmning används inom vissa av de övriga geohydrologiska forskningsprojekten vid CTH samt utgör en grund för den fortsatta forskningen inom projektet "FEM tillämpad vid geohydrologisk planering - prognos av grundvattensänkningar och därav beroende sättningar".

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Datormodellen för analys av grundvattenströmning kan förväntas få allt större användning i framtiden. Det gäller såväl inom vattenförsörjningstekniken som inom samhällsplaneringen.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Fler praktiska beräkningsförsök, speciellt för att utvärdera randvillkorens tillämplighet. Detta pågår bl a inom det påbörjade projektet "FEM tillämpad vid geohydrologisk planering - prognos av grundvattensänkningar och därav beroende sättningar", samt i samband med SGU's användande av datormodellen.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Genom kursen enligt ovan, seminarier vid CTH samt genom bra manualer och brukarrapporter.

3.1.3 Finita elementmetoden tillämpad vid geohydrologisk planering - prognos av grundvattensänkningar och därav beroende sättningar

Projektledare och forskare

Göran Ejdeling (geologi), Sven Hansbo (geoteknik), Nils-Erik Wiberg (byggnadsstatik), Göran Sällfors, Per-Evert Bengtsson, Kenneth Runesson.

Beskrivning av forskningsprojektet

Projektets problemställning kan demonstreras med följande fyra exempel:

1. Hårdgörning av stora ytor leder till minskad grundvattenbildning och därmed sjunkande grundvattennivåer. Hur stora kan därav orsakade sättningar förväntas bli?
2. Tunnelbyggande och ledningsdragning ger en ökad bortledning av grundvatten och därmed grundvattensänkning. Denna leder efter hand till en avvattning av lerlager med stora tidsberoende sättningar som följd. Ofta uppstår skador på byggnader, serviceledningar och vägar. Hur blir sättningsförloppet och vilken utbredning kan sättningarna förväntas få?
3. På många orter sker vattenförsörjningen med grundvattentäkter. Bevattning blir allt vanligare inom jordbruket och ofta används även där grundvatten. Ökad vattenförbrukning ger ökade grundvattensänkningar. Hur mycket sänks vattennivån i ett grundvattenmagasin vid ett visst uttag? Hur stor blir därav orsakade sättningar i ett ovanför liggande lerlager?
4. Grundvattensänkningar söker man ofta motverka med olika former av konstgjord infiltration. Hur mycket vatten måste tillföras och vilket grundvattentryck måste uppehållas för att förhindra skadliga sättningar?

Problemställningarna i ovanstående exempel är av mycket stor praktisk och ekonomisk betydelse. Problemen är komplexa och ofta av stor svårighetsgrad. De är 2- eller 3-dimensionella

och tidsberoende med olika rand- och begynnelsevillkor. Hänsyn måste tas till exempelvis anisotropa permeabilitets-egenskaper och starkt olinjära deformationsegenskaper hos de ingående jordmaterialen. Ofta är numeriska beräkningsmetoder de enda möjliga, varvid finita elementmetoden (FEM) visat sig erbjuda stora möjligheter.

Projektet syftar till att skapa ett beräkningsverktyg för

- prognos av förväntade sättningar orsakade av grundvattensänkning
- bedömning av effekterna av tänkbara åtgärder för att förhindra grundvattensänkning.

Utvecklingen av beräkningsmodeller enligt FEM bygger på en modifiering och koppling av vid CTH befintlig programvara för grundvatten - respektive sättningsberäkningar. Genom att såväl grundvattenförhållanden som förväntade sättningar kan beräknas för olika bebyggelsealternativ kan ett grundligt planeringsunderlag erhållas.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

En praktisk handledning avses att utarbetas där rekommendationer ges för val av parametrar, randvillkor och dylikt vid beräkningar.

Forskningsresultat och erfarenheter kommer att presenteras vid internatkurser som årligen ges vid CTH.

3.2 Ämnesområde "Grundvattenbalans i lera"

Till ämnesområdet hör forskningsprojekten "Grundvattensänkningens följder och motåtgärder - geotekniskt studium", "Samband mellan portryck/markrörelser och träds vattenupptagning" samt "Effekter av rubbad grundvattenbalans inom lerområden". Det senare projektet har fortsatt under budgetåret 78/79.

3.2.1 Grundvattensänkningens följder och motåtgärder - geotekniskt studium

Projektledare och övriga forskare

Sven Hansbo, Bengt-Arne Torstensson

Viktigare forskningsrapporter

Torstensson B-A, 1975. Pore Pressure Sounding Instrument. Paper presented at the ASCE Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, Ralergh 1975.

Torstensson B-A, 1977. The Pore Pressure Probe. Baugrundtagung in Brno, 1977.

Torstensson B-A, 1975. Mätning av lerans portryck ger uppgift om sättningar. Byggmästaren nr 8, 1975.

Beskrivning av projektet

Projektet har omfattat tre delar:

- a) Förändringar av portrycken i lera till följd av grundvattensänkning
- b) Utveckling av utrustning för geohydrologiska undersökningar
- c) Försök med djupinfiltration för bibehållande av ursprungligt grundvattentryck.

3.2.2 Samband mellan portryck/markrörelse och träds vattenuppsugning

Projektledare och övriga forskare

Sven Hansbo, Jan Berntsson

Viktigare forskningsrapporter planerade rapporter

Projektet nyss påbörjat.

Beskrivning av forskningsprojektet

Under senare år har man inom geotekniken börjat uppmärksamma träds vattenuppsugning som en bidragande faktor till portrycks-sänkning och marksättningar inom lerområden. Hittills utförda mer vetenskapliga undersökningar av träds inverkan har omfattat studier av vattenkvotsminskning och utökad torrskorpebildning. Om däremot trädens vattenuppsugning påverkar portrycken har hittills ej studerats. Projektet avser således att försöka klarlägga hur portrycken varierar invid och utanför träd. Samtidigt sker också en uppföljning av markrörelser och eventuellt annan förändring av de geotekniska egenskaperna i området.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Hittills utförda mätningar tyder på att vegetationen har en direkt påverkan på portrycken i den övre delen av lerprofilen. Förändringarna i portrycken ger också upphov till markrörelser.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Preliminära forskningsresultaten redovisades vid externkurs (85 deltagare) "Grundvattentryckets betydelse i geotekniska problem" CTH- oktober 1978.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Forskningsresultaten kommer att utgöra ett värdefullt komplement till annan forskning inom aktuellt problemområde.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten
få i framtiden?

Resultaten förväntas ge underlag för bedömning om orsakssamband mellan träd - markrörelser. Hittills erhållna mätdata antyder att träden och även annan typ av vegetation påverkar portrycken. Fortsatt arbete skall sedan klarlägga om de uppmätta portrycksförändringarna har givit upphov till markrörelser.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt
för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Detta projekt är det första som utförs som en analys av vegetationens inverkan på portryck. Fler försök inom områden med andra miljöer avseende klimat, geologi och geoteknik samt urbanisering kommer att behövas för ett bättre klarläggande av sambanden vegetation - markrörelser.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Tidskriftsartiklar, "Rekommendationer".

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten
ligga till grund för?

Vår förhoppning är att resultaten skall kunna ge underlag för råd och riktlinjer beträffande vegetationens placering och utformning med avseende på risken för sättningar.

3.2.3 Effekter av rubbad grundvattenbalans inom lerområden

Projektledare och övriga forskare

Sven Hansbo, Jan Berntsson, Göran Sällfors

Viktigare forskningsrapporter

planerade rapporter

Projektet nyss påbörjat.

Beskrivning av forskningsprojektet

Utbyggnaden av våra tätorter ger i regel upphov till en rubbning av den naturliga vattenbalansen och medför en sänkning av den ursprungliga grundvattennivån. Vid sättningsberäkning för området där en grundvattensänkning föreligger var man tidigare tvungen att anta att den slutliga portrycksfördelningen blev hydrostatisk. Detta skulle innebära att den av grundvattensänkningen orsakade tilläggsbelastningen beräkningsmässigt blev alldeles för stor och den valda grundläggningsmetoden oekonomisk. I vissa fall kom därför exploateringen av hela områden att ifrågasättas. Inom projektet studeras portrycksfördelningen i jordprofiler utsatta för olika yttre påverkningar i skilda geologiska miljöer. Dessa förändringar kopplas även till jordens konsolideringstillstånd.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Etablering i fält har skett med 10 mätstationer inom skilda geologiska och geohydrologiska miljöer. Inom varje mätstation finns installerat portryckmätare för registrering av vertikalrörelser. Mätresultaten visar på portrycksprofiler som utgående från skilda förutsättningar ofta avviker från den hydrostatisk portrycksprofil. Jordprovtagningar och laboratoriearbeten har påbörjats.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Preliminära forskningsresultat redovisades vid externkurs (85 deltagare) "Grundvattentryckets betydelse i geotekniska problem", CTH, oktober 1978.

3.3 Ämnesområde "Djupinfiltration"

Till ämnesområdet hör projekten "Metodstudier för att återställa eller bibehålla grundvattenytan", "Grundvattensänkningens följder och motåtgärder - geotekniskt studium (del av)", "Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - geoteknisk studie", "Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - teknisk utformning och drift" samt "Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift". Det senare projektet fortsätter under budgetåret 78/79.

3.3.1 Metodstudier för att återställa eller bibehålla grundvattenytan

Projektledare och övriga forskare

Axel Björkman, Leif Carlsson

Viktigare forskningsrapporter

Carlsson, L, 1976. Djupinfiltration i slutna akviferer. Nordisk symposium om kvantitativ urban hydrologi, Sarpsborg. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 16.

Carlsson, L, Kozerski, B, 1977. Injection of Water into Wells for Investigation of Limited Aquifer. BFR Document D17:1977.

Carlsson, L, 1973. Grundvattenavsänkning. Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 2.

Carlsson, L, 1973. Grundvattenavsänkning. Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 3.

Carlsson, L, 1978. Djupinfiltrationsstudier i Angered. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 29 (slutrapport).

Beskrivning av forskningsprojektet

Grundvattensänkningar med åtföljande marksättningar har observerats inom flera bebyggda områden. Orsakerna till grundvatten-

sänkningarna kan vara flera varav de vanligaste är vatteninläckning i berganläggningar, djupa schakter och ledningsgravar, minskad grundvattenbildning genom förändrad markanvändning samt vegetationens inverkan.

För att motverka grundvattensänkningar och samtidigt minska riskerna för marksättningar kan olika metoder tillgripas varav djupinfiltration av vatten genom brunnar utgör en.

Inom ett område ca 10 km NNO om Göteborgs centrum har i samband med nya bostadsområden tunnlar drivits i berggrunden. Härvid har grundvattensänkningar i såväl jord som berg registrerats. Inom området har djupinfiltration genom två-tums stålrör genomförts inom två olika delområden. Göteborgs kommuns dricksvatten har utnyttjats som infiltrationsvatten. Försöken har genomförts med konstant infiltrationskapacitet så länge detta varit möjligt, därefter med konstant tryck, ca 2 m över markytan. Grundvattensytans förändring i det 0,1-1 m mäktiga friktionslagret närmast bergytan, i berget samt i det ca 5-10 m överlagrande lerlagret har kontinuerligt registrerats i samband med infiltrationen samt efter dess avslutning. Erhållna värden har utvärderats enligt teorier för transienta tryckförändringsförlopp. Av försöken har följande förhållanden kunnat fastställas eller påvisas:

- vattengenomsläpplighet och magasineringsförmåga hos de grundvattenförande friktionslagren
- begränsningar av de grundvattenförande lagren
- storleken av vattenläckaget mellan friktionslager och berggrund
- läget av läckageplats mellan friktionslager och berggrund
- vattengenomsläpplighet och magasineringsförmåga hos tektoniska zoner i berggrunden
- lerlagrens vertikala hydrauliska diffusivitet
- igensättning av infiltrationsbrunnar
- infiltrationens areella påverkan

De genomförda försöken har sammantaget visat att djupinfiltration är en möjlig metod att bibehålla eller höja en grundvattenyta.

Stor omsorg bör dock ägnas val av lämplig infiltrationsplats, brunnsutförande, vattenkvalitet samt driftkontroll.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

- 1 Belysning av igensättningsproblematiken i samband med djupinfiltration.
- 2 Utarbetande av riktlinjer för djupinfiltration (arbetsgrupp tillsatt av BFR).

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Forskningsresultaten har medfört att större uppmärksamhet numera ägnas åt placering, utformning och drift av anläggningar för djupinfiltration.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Resultaten har använts inom undervisningen vid CTH.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Projektet har fått direkta efterföljare i projekten "Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden" och "Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift".

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Se 3.3.2

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Se 3.3.2

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Se 3.3.2

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Se 3.3.2

3.3.2 Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga

- a) områden - geoteknisk studie
- b) Kontrollerad grundvattenbalans inom sättningskänsliga områden - teknisk utformning och drift
- c) Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift

Projektledare och övriga forskare

Axel Björkman, Sven Hansbo, Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson

Viktigare forskningsrapporter

Andersson, A-C, Bergman, G, Carlsson, L, 1978. The Influence of Underground Constructions in Crystalline Rock on Groundwater Conditions and the Use of Artificial Recharge to Restore a Lowered Piezometric Surface. International Symposium on Water in Mining and Underground Works, Granada 1978. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Berntsson, J, 1978. Portryck kring VA-ledningar i lera. BFR R18:1978.

Planerade rapporter

Andersson, A-C, Berntsson, J, 1978. Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djupinfiltrationsprojekt. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 26.

Andersson A-C. Slutrapport för djupinfiltrationsprojektet. Beräknad utgivning våren 1979.

Beskrivning av forskningsprojekten

Projektet har syftat till att beskriva de faktorer som är av betydelse för effekten hos anläggningar för djupinfiltration, främst igensättning. Då denna metod använts i Sverige och även utomlands sedan ett tiotal år tillbaka har projektet varit upplagda som tillbakablickande studier. Projektet har i huvudsak utförts i form av litteraturstudier, samtal och kontakter med per-

soner som utfört djupinfiltation, studier och bearbetning av resultat från befintliga anläggningar samt vissa kompletterande laborieförsök. I ett försöksområde har även kompletterande mätningar av grundvatten- och portryck samt jordprovtagningar utförts. För att bättre kunna utvärdera effekten av djupinfiltation samt för att kunna beskriva naturliga förhållanden av grundvatten- och portryck har inom projekten upprättats mätstationer för registrering av portrycksprofiler.

För delprojektet "Djupinfiltation - igensättningsproblematiken och teknisk drift" har verkat en arbetande referensgrupp bestående av

Leif Carlsson, Sveriges Geologiska Undersökning
 Per Riise, Kjessler & Mannerstråle
 Torsten Blomqvist, VIAK AB
 Gunnar Gustafson, VIAK AB
 Göran Bergman, Tyréns AB
 Rudolf Martinell, Vyrmetoder AB
 Åke Möller, VBB AB

Vilka resultat har projekten lett fram till?

Den inventering som utförts har resulterat i att uppfattningen om anledningen till dålig effektivitet hos brunnarna har förändrats. Igensättning av brunnarna är långt ifrån den enda orsaken till alla misslyckanden utan utförandet och driften av brunnarna har väl så stor betydelse. Detta har lett till utnyttjande av kunskaper från områden som t ex vattenförsörjningstekniken och oljeindustrin vilket varit relativt okända kunskapsfält för de geotekniker som utnyttjar metoden i Sverige. Inom nämnda kunskapsområden har sedan länge brunnar utnyttjats för skiftande ändamål t ex för infiltation.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

De inom projekten studerade anläggningarna har varit föremål för test av nya idéer, speciellt har effekterna av rensning av brunnar samt filtrering av infiltrationsvatten studerats. De befintliga anläggningarna i Sverige tillgodogör sig därför delvis resultaten från projekten kontinuerligt och vice versa. Inventeringsarbetet har lett till att man kunnat dra slutsatser beträffande lämpliga förprojekteringsarbeten (geologi-, geoteknik-,

geohydrologi) samt vilken typ och intensitet av kontrollarbeten som är nödvändiga för lyckat resultat.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

I kursen "Grundvattentryckets betydelse i geotekniska problem" vid CTH i oktober 1978 hölls ett föredrag om "Teknisk utformning och drift av djupinfiltrationsbrunnar".

Till våren 1979 planeras en kurs i geohydrologi för årskurs 4 på väg- och vattenlinjen vid CTH. Inom denna kurs kommer utnyttjande av djupinfiltration att ingå som ett kursmoment.

Vilka tillämpningar har forskningsprojektet fått inom annan forskning?

Projektet "Brunnar" - en brukarrapport har initierats inom "Djupinfiltrationsprojektet". En fortsättning på projektet "Brunnar" kan även förväntas.

Projektet "Effekter av rubbad grundvattenbalans inom lerområden" utgör en fortsättning på den geotekniska delen inom djupinfiltrationsprojektet.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Genom en ökad kunskap om de faktorer som styr effekterna av djupinfiltration förväntas metoden kunna användas med bättre resultat i framtiden. Metoden har sin tillämpning inom områden som berör undermarksbyggande, t ex tunneldrivning och djupa schakter, samt vattenförsörjningen för att förstärka en vattentäkt.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

För att pröva resultaten från projekten, som ju till största delen tagits fram genom litteraturstudier, bör kontrollerade fullskaleförsök utföras. Genom att utföra fullskaleförsök där de principer för utförandet av djupinfiltrationsbrunnar som framkommit under projektet får praktiseras kan ett större förtroende

för metoden erhållas, vilket underlättar överförandet av resultaten till brukarna.

Vissa delar av igensättningsproblematiken är tämligen outforskade och kräver omfattande studier. Mikrobiologisk aktivitet som orsak till igensättning behöver studeras ytterligare.

Från geoteknisk och igensättningssynpunkt kan framhållas att risken för urlakning av lera tidigare endast har undersökts i begränsad omfattning. En ytterligare studie av detta fenomen är av största betydelse.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

I referensgruppen ingår ett flertal av de som använder och som förväntas använda djupinfiltration. Dessa personer och brukarrapporten i kombination med en viss kursverksamhet lär vara tillräckligt för att få ut information om hur metoden bör användas.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Slutrapporten för projektet "Djupinfiltration - igensättningsproblematiken och teknisk drift" är helt och hållet en brukarrapport om djupinfiltration.

3.4 Ämnesområde "Lokalt omhändertagande av dagvatten"

Till ämnesområdet hör projekten "Markvattenförhållanden i urbana områden", "Lokalt omhändertagande av dagvatten - hydrologiska förutsättningar, geohydrologiska förutsättningar och markvattenförhållanden i urbana områden", "Utveckling av byggnadstekniska kartor för redovisning av grundvattenförhållanden" samt "Stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska och ekologiska förutsättningarna. Exemplifiering i Karlskoga kommun". Under budgetåret 78/79 har till ämnesområdet fogats en förlängning av projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten" samt projekten "Dagvatteninfiltration på grönytor" och "Termisk registrering, en metod för att kartera markvattenhalten".

3.4.1 Markvattenförhållanden i urbana områden

Projektledare och övriga forskare

Per Wedel, Olov Holmstrand

Viktigare forskningsrapporter

Holmstrand, O, Wedel, P, 1976. Markvattenundersökningar i ett urbant område. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 17.

Beskrivning av projektet

Forskningsprojektet har syftat till att utröna markvattenförhållandena i ett starkt urbant påverkat område. Projektet har haft ganska små ekonomiska resurser och har endast pågått i två år varför det fått karaktären av ren pilotstudie.

Undersökningarna inom projektet omfattade infiltrometermätningar, provtagning med cylinderprovtagare, mätning med radiometrisk ytsond, grundvattenståndsobservationer i mätrör, mätning med radiometrisk djupsond samt infraröd fotografering. Undersökningarna genomfördes i bostadsområdet Bergsjön i Göteborg.

Det visades att markens infiltrationskapacitet varierade mycket kraftigt och till synes oregelbundet. Huvusakligen bedömdes

variationerna bero på strukturella förhållanden i marken. Det kunde konstateras att urbana områden är mer svårbedömbara vad gäller infiltrationskapacitet än naturliga områden.

Markvattenmagasinet i det undersökta området varierade ganska mycket under den studerade tidsperioden. Markvattenmagasinet i ett urbant område av den karaktär undersökningsområdet hade bedömdes ha ungefär samma betydelse för den totala vattenbalansen som i ett naturligt område. Detta gäller givetvis bara "mjuka" ytor och ej hårdgjorda eller bebyggda ytor.

Vid större nederbörd reagerade såväl markvattenmagasinet som grundvattennivån snabbt. Någon större fördröjning kunde ej konstateras.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Projektet har belyst markvattnets uppträdande och infiltrationskapaciteten i ett urbant område. Praktiska erfarenheter har erhållits från användning och resultatvärdering av olika typer av mätapparatur. Det har visats att de tillämpade metoderna för markvattenmätningar inte är helt tillfyllest. Ett stort behov av mera grundläggande studier såväl vad gäller undersökningsapparatur som teoretisk behandling av problemen.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Resultaten kan via forskningsrapporten ha påverkat den praktiska tillämpningen av mätapparater för undersökningar av markvattenförhållanden och infiltrationskapaciteter.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Forskningsresultaten har bidragit till kunskapsunderlaget för undervisningen vid CTH och Göteborgs Universitet. Examensarbeten och C-kursarbeten inom området har utförts.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Markvattenundersökningarna inom projektet har utgjort en början

till den fortsatta markvattenforskningen inom forskningsgruppen med främst projekten "Lokalt omhändertagande av dagvatten" och "Termisk registrering".

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Forskningsresultaten kan, tillsammans med resultaten från "Lokalt omhändertagande av dagvatten", framför allt få användning i samband med förundersökningar för infiltration av till exempel dagvatten.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Se 3.4.2

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Se 3.4.2

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Se 3.4.2

3.4.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten

- a) Hydrologiska förutsättningar
- b) Geohydrologiska förutsättningar
- c) Markvattenförhållanden i urbana områden

Projektledare och forskare

- a) Klas Cederwall, Anders Sjöberg, Per Lindvall
- b) Per Wedel, Olov Holmstrand, Stig Hård, Lars-Ove Sörman, Bo Lind
- c) Per Wedel, Lars O Ericsson

Viktigare forskningsrapporter

Cederwall, K, Holmstrand, O, 1976. Local Infiltration of Storm Water. Nordisk hydrologisk konferens i Reykjavik 1976. BFR Document D17:1977.

Ericsson, L O (red) 1977. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Lägesrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01--1977-01-31. Geohydrologiska forskningsgruppen. Meddelande 25.

Ericsson L O, Holmstrand O, 1978. Vattnets rörelse i den omätade zonen, mätmetoder. Litteraturgenomgång. Byggforskningen R4: 1978.

Ericsson, L O, 1978. Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 31.

Ericsson, L O, 1978. Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökningsmetod, Mätningar och Utvärdering. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 30.

Ericsson, L O, Hård, S, 1978. Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping 1978. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 32.

Eriksson, A, Lindvall P, 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 27.

Holmstrand, O (red), 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01--1977-11-30. Geohydrologiska forskningsgruppen, meddelande nr 28.

Planerade rapporter

"Infiltrera dagvatten". Brukarrapport. Beräknad utgivning våren 1979.

Holmstrand O, Lindvall P. Slutrapport för Bratthammarprojektet. Beräknad utgivning våren 1979.

Holmstrand O. Slutrapport för Halmstadsprojektet. Beräknad utgivning våren 1979.

Ericsson L O. Slutrapport för markvattenprojektet. Beräknad utgivning våren 1979.

Holmstrand O, Lindvall P. Sammanfattande slutrapport för projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten". Beräknad utgivning 1979.

Beskrivning av forskningsprojekten

Projektets övergripande målsättning är att utröna de teoretiska och praktiska förutsättningarna för lokalisering och dimensionering av perkolationsmagasin. Projektarbetet omfattar momenten planering med hänsyn till geologiska och geohydrologiska förhållanden, magasindimensionering, magasinutformning med hänsyn till infiltrations- och markvattenförhållanden, magasinansläggnings konstruktion (enkät), magasinansläggnings funktion samt miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration.

Forskningsprojektet är uppdelat på tre delprojekt:

Delprojektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten - hydrologiska förutsättningar" behandlar beräknings- och dimensioneringsmetoder för dagvattensystem försedda med perkolationsmagasin. Arbetet utförs vid institutionen för vattenbyggnad. Syftet är dels att följa upp hur magasinerna fungerar hydrauliskt, dels att ta fram lämpliga dimensioneringsmetoder. Avsikten är både att utveckla

en handräkningsmetod och att bygga in en beräkningsrutin i den inom forskningsgruppen framtagna beräkningsmodellen för simulering av dagvattenflöden.

Lokalisering och dimensionering av perkolationsmagasin kräver god information om de geologiska och geohydrologiska förhållandena inom området. Inom delprojektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten - geohydrologiska förutsättningar" utarbetas lämplig undersöknings- och redovisningsmetodik härför. Ett viktigt delmoment är också att studera inverkan av perkolationsmagasin i olika geologiska miljöer.

Delprojektet "Markvattenförhållanden i urbana områden" innebär delvis en direkt fortsättning av de markvattenstudier som tidigare bedrivits inom forskningsgruppen. Delprojektet behandlar vattnets infiltration i marken samt markens vattenomättade zon från såväl praktisk som teoretiskt synpunkt. En viktig del av arbetet är försöken att med olika mätningförfaranden söka göra ytuppskattningar av markvattenparametrar (till exempel markvattenhalt och infiltrationskapacitet).

Inom forskningsprojektet har utförts/utförs fältstudier i Bratt- hammar, Halmstad, Linköping, Torslanda, Karlskoga, Bergsjön, Angered samt vid Chalmers. En inventering av utförda och planerade magasinsanläggningar har utförts i form av en enkät.

För projektet har tillsatts en referensgrupp, bestående av Bo Carlstedt, Orrje & Co - Scandiakonsult, Bertil Hawerman, VAV, Erik Isgård, VBB, Gert Knutsson, SGU, Göran Svensson, BFR samt Lars Thorell, SNV.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Perkolationsanläggningar har under 70-talet kommit att utföras som ett alternativ eller komplement till konventionell dagvattenavledning. Metoden har hittills använts utan att vare sig fastställda dimensionerings- eller utförandenormer finns.

Forskningsprojektet har bidragit till att introducera perkolationsanläggningar för dagvatten i Sverige. Underlag för planering,

utformning och dimensionering av perkolationsanläggningar har skapats. Genom erfarenheterna från projektets fältundersökningar och genom den utförda enkätundersökningen har för- och nackdelarna med perkolationsanläggningar belysts.

Inom markvattenprojektet har introducerats en metod för uppskattning av infiltrationskapaciteten på grönytor i bebyggda områden. Infiltrometermetodens tillförlitlighet har studerats och anpassats till en infiltrationsmodell (Hortons formel). Infiltrationsmodellen kan användas vid datorberäkningar av dagvattensystem.

Under förutsättning av lika packningsförfarande vid olika grönytor har påvisats ett samband mellan infiltrationskapacitetens slutvärde och kornstorlek, humushalt.

En metod för bestämning av hydraulisk konduktivitet vid vattentätnad i den omättade markzonen har presenterats. Metoden ger ett lokalt representativt k-värde som kan användas vid dimensionering av perkolationsmagasin.

Inom projektets ram har påvisats möjligheten att bestämma markvattenhalten vid markytan med hjälp av termovisionskamera.

I projektet har konstaterats markvattenzonens betydelse för vattenbalansen i bebyggda områden.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Erfarenheterna från de pågående projekten har påverkat planeringen och utformningen av perkolationsanläggningar i olika sammanhang, dels genom de rapporter som utgivits, dels genom diskussioner med konsulter och kommunrepresentanter. Närliggande exempel är Dalenområdet i Karlskoga, fortsatt utbyggnad av Bratthammarområdet samt ett bostadsområde i Ale kommun.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Forskningsresultaten tas efter hand in i undervisningen vid CTH och vid Göteborgs Universitet. Ett avsnitt av kursen "Dator-

beräkningar av dagvattensystem" vid CTH i april 1978 ägnades åt lokalt omhändertagande av dagvatten. Ämnet kommer att ingå som moment i STF's dagvattenkurs i Stockholm i december 1978. Flera examensarbeten vid CTH har utförts i anslutning till projektet. Kortare seminarier och studiebesök vid fältanläggningarna har anordnats för mindre grupper vid flera tillfällen.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Forskningsprojektet har fått flera "uppföljningsprojekt" inom forskningsgruppen där resultaten tillämpas och vidareutvecklas. Till dessa projekt hör "Stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska och ekologiska förutsättningarna. Exemplifiering i Karlskoga kommun", "Dagvatteninfiltration på grönytor", "Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration" samt "Termisk registrering".

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Lokalt omhändertagande av dagvatten kommer med all sannolikhet att få en allt större tillämpning i Sverige. Resultaten från forskningsprojektet och dess efterföljare förväntas därvid få stor tillämpning för förundersökning, planering, utformning och dimensionering av perkolationsanläggningar.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Från hydrologisk synpunkt återstår att utveckla en beräkningsmetod för perkolationsmagasin att koppla till en befintlig dagvattenmodell. Dessutom erfordras analys av nederbördsdata för dimensionering av perkolationsmagasin.

Från markvattensynpunkt bör ytterligare fullskaleundersökningar ske i olika geologisk miljö. Termograferingstekniken bör vidareutvecklas. Ytterligare forskning behövs för att ytgeneralisera de hydrologiska processerna i markvattenzonen.

Allmänt behövs uppföljningar av utförda anläggningar för att kartlägga driftproblem och miljöeffekter.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Intresset för perkolationsanläggningar torde vara växande ute i kommunerna. Därför behövs brukarvänliga rapporter och rekommendationer från myndigheterna samt kurser och seminarier av olika slag. Demonstrationsprojekt, typ Karlskoga, kommer säkert ytterligare att öka intresset.

En brukarrapport med arbetsnamnet "Infiltrera dagvatten" är under utarbetande vid forskningsgruppen.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Delar av forskningsresultaten kommer att kunna ligga till grund för råd och anvisningar beträffande förundersökningar för samt dimensionering och utformning av perkolationsanläggningar.

3.4.3 Utveckling av byggnadstekniska kartor för redovisning av grundvattenförhållanden mm

Projektledare och övriga forskare

Per Wedel, Olov Holmstrand

Viktigare forskningsrapporter

Holmstrand, O, Wedel, P O, 1974. Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 7.

Holmstrand, O, Wedel, P O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering - redovisning av i första hand jordlager och grundvatten. Geologiska institutionen CTH/GU, Publikation A17.

Holmstrand, O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering för planering och byggande. Byggmästaren nr 6, 1977.

Beskrivning av forskningsprojektet

Geohydrologiska forskningsgruppen har arbetat med ett förslag till ingenjörsgelogisk karta. Avsikten med detta är att skapa ett underlag för samhällsplanerare och tekniker som ger ett allsidigare ingenjörsgelogiskt underlag, än vad som hittills kommit till användning i vårt land. Grundtanken i förslaget är uppdelning av information på basdatakartor och utvärderande kartor. Basdatainformationerna uppdelas på de fyra kartbladen: undersökningar, jordarter, berggrund, hydrogeologi. Dessa kartor är främst avsedda som dokumentation av förhållandena inom ett område och är underlaget för de utvärderande kartorna. Basdatakartorna kommer därför främst att handhas av de specialister som arbetar med karteringen och kan därför göras relativt komplicerade, vilket också erfordras för att så mycket information som möjligt skall kunna redovisas på varje kartblad. Den utvärderande informationen kan antingen åskådliggöras på zon-kartor eller kartor över enskilda faktorer. De utvärderande kartorna kommer främst att utnyttjas av avnämarna inom kommuner och liknande. Kartsystemen måste kunna framställas i både färg och svart-vitt.

Samordning måste ske med projekten "teknisk berggrundskartering" och "markklassificiering". En enkät är sedan länge planerad.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Forskningsresultaten förs bäst ut genom rekommendationer och bruksanvisningar från myndighet. Kurser och demonstrationsprojekt kan också behövas.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Underlag kommer att skapas för myndigheters rekommendationer om ingenjörsgelogisk kartering.

3.4.4 Stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska och ekologiska förutsättningarna. Exemplifiering i Karlskoga kommun

Projektledare och övriga forskare

Per-Arne Malmquist, Bo Lind, Eivor Bucht, Göte Nordin.

Viktigare forskningsrapporter

Lind, B, Nordin, G, 1978. Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 34.

Bucht, E, Lind, B, 1978. Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från en studie i Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 35.

Beskrivning av forskningsprojektet

Projektet har syftat till att utarbeta en alternativ stadsplan för området Dalen 5 i Karlskoga kommun. Arbetet har bedrivits i samarbete mellan Geohydrologiska forskningsgruppen, Statens institut för byggnadsforskning i Lund och Karlskoga kommun.

Området Dalen 5 skall bebyggas med cirka 50 enfamiljshus - radhus och friliggande hus. Vid projektets början fanns en stadsplaneskiss utförd med konventionella förutsättningar. I den alternativa stadsplanen togs hänsyn till befintlig natur och geohydrologi, och den förändrades på väsentliga punkter från den första stadsplaneskissen. Som underlag till stadsplanearbetet gjordes naturinventering och geohydrologiska undersökningar. En ingenjörsgelogisk karta omfattande bladen geohydrologi och jordar jämte en vegetationsprofil togs fram.

I forskningsrapporten diskuteras även metodfrågor och stadsplanering med hänsyn till de geohydrologiska förutsättningarna och naturförutsättningarna.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

De viktigaste resultaten utgörs av en utvärdering av hur samarbetet och arbetsformerna mellan forskare och kommunens planerare och tekniker fungerat. Med utgångspunkt från denna kan sägas

att ett optimalt utnyttjande av basdata fås om fackmännen, som står för datainsamlingen inom respektiva sektor, också gör en utvärdering av materialet med avsikt på olika kvaliteter.

Till de viktigare resultaten hör också förslagen om integrering av olika undersökningar.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Projektet har i sig självt varit ett tillämpningsprojekt. Området Dalen 5 kommer att utföras enligt den alternativa stadsplanen.

Resultaten har vidare presenterats för stadsbyggnadskontoret i Göteborg som inför fortsatt stadsplaneläggning av Göteborgs ytterområden kommer att kunna dra nytta därav.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Forskningsresultaten kommer att ingå som moment i STF-kursen Dagvatten i december 1978. Karlskogaprojektet har använts som åskådningsexempel i grundutbildningen vid CTH och vid en miljökurs för allmänheten.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Projektet har varit en inledning på Geohydrologiska forskningsgruppens inriktning mot alternativ planering. Erfarenheterna från projektet utnyttjas i flera pågående projekt där forskningsgruppen medverkar vid utformningen av bebyggelseområden, t ex Näset och Östra Gårdstensbergen i Göteborg och Gråbo i Lerums kommun.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Forskningsresultaten förväntas, tillsammans med resultaten från andra tillämpningsprojekt inom området alternativ planering, bli "mall" för stadsplanering med hänsyn till områdets naturliga och geohydrologiska förutsättningar.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt
för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Projektet har haft karaktär av pilotprojekt. Tillämpningar i andra typer av områden behövs först och främst och därefter en syntes där planeringsgången, behovet av förundersökningar samt olika utredningars ingripande i varandra behandlas.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Genom artiklar i tidskrifter, kurser och seminarier samt så småningom också myndigheters anvisningar.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten
ligga till grund för?

Efter att den ytterligare forskning som beskrivs ovan utförts kan forskningsresultaten ligga till grund för delar av råd och riktlinjer beträffande förundersökningar för stadsplanering samt kanske också reviderade anvisningar för stadsplaneringens utförande.

3.4.5 Dagvatteninfiltration på grönytor

Projektledare och forskare

Stig Hård, Per Wedel, Sven Jonasson m.fl.

Beskrivning av forskningsprojektet

Forskningsprojektet "Dagvatteninfiltration på grönytor" omstrukturerades tillsammans med referensgruppen under projektets inledningsskede. Arbetet har enligt de riktlinjer som då utarbetades, koncentrerats mot en fördjupad kunskapsgenomgång och problemanalys.

Målsättningen är att utreda förutsättningarna för utnyttjande av infiltrationsytor för lokal infiltration av dagvatten, samt att lämna anvisningar för planering, dimensionering och anläggande av dylika system.

Arbetet genomförs av Geologiska institutionen inom ramen för Geohydrologiska forskningsgruppens verksamhet i samarbete och kontakt med externa forskare samt med praktiker främst inom mark- och vegetationsområdet. Forskningsprojektet har indelats i följande huvudområden:

- Planering för dagvatteninfiltration
- Infiltrationssystem
- Infiltrationsytor
- Balans-processer
- Infiltrationsmodeller
- Dimensionering
- Tekniska lösningar
- Anläggningar i drift
- Underhållsaspekter
- Ekonomiska bedömningar
- Planerad forskning

Varje huvudområde har indelats i delområden. För varje delområde genomförs en probleminventering och kunskapsanalys med utgångspunkt från en hypotetisk infiltrationsanläggning. Från denna

bearbetning uppställs en hypotes för dagvatteninfiltration på grönytor och en hypotes för dimensionering av dessa infiltrationsanordningar. En planering för det fortsatta arbetet och fältarbetet genomförs. Målsättningen med fältstudierna är att genom mätningar på olika typer av infiltrationsytor verifiera den uppställda hypotesen.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten förväntas kunna ligga till grund för rekommendationer beträffande dagvatteninfiltration på grönytor. Dessa rekommendationer kan antingen inarbetas i råd och anvisningar för lokalt omhändertagande av dagvatten eller publiceras separat som rapport eller tidskriftsartiklar.

3.4.6 Termisk registrering, en metod för att kartera markvattenhalten

Projektledare och forskare

Per Wedel, Stig Hård.

Beskrivning av forskningsprojekt

Markvattenhalten är en faktor som i hög grad speglar olika områdets hydrologiska, geologiska och botaniska karaktär. Dynamiska temperaturskillnader i jordprofilen, både dagliga, säsongmässiga och årliga ger möjlighet att med termisk registrering kartlägga markvattenhalten. För närvarande saknas metoder för att översiktligt mäta markvattenhalten och göra ytgeneraliseringar över större områden.

Forskningsprojektet "Termisk registrering, en metod för att kartera markvattenhalten" har följande målsättning :

- att genom termiska registreringar (termovisionssystem med spektralområdet 2-5 μ) skilja ut och avgränsa områden med olika vattenhalt
- att ge underlag för en undersökningsmetod för att lokalisera infiltrationsytor och in- och utströmningsområden för grundvatten.

Forskningsprojektet inleds med en genomgång av jämförbara projekt. Arbetet inriktas mot den fjärranalysverksamhet som innefattar tillämpbara spektralområden.

Försöksverksamheten genomförs både som laboratorieförsök i klimatkammare, kolonnförsök i fält under kontrollerade förhållanden och fältförsök inom ett antal naturliga marktytor av olika karaktär. Förutom termisk registrering kommer omfattande markfysikaliska undersökningar att genomföras. Avsikten är att göra jämförelser med konventionella mätmetoder och klarlägga olika jordartsp parametrars inverkan på jordartens termiska egenskaper.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Projektet förväntas kunna leda till rekommendationer om kartering av markvattenhalt genom termisk registrering med den använda metoden.

3.4.7 Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration

Projektledare och forskare

Per-Arne Malmquist, Stig Hård.

Beskrivning av forskningsrapport

Projektet "Miljömässiga aspekter på dagvatteninfiltration - fältundersökningar" ingår som del i Forskningsnämndens projekt "Infiltration - reningsprocesser i mark och grundvattenskydd" och har pågått sedan 78-07-01.

Projektet syftar till att genom jämförelser av föroreningskoncentrationer i grundvattnet före och efter dagvatteninfiltrationen och i dagvattnet utröna hur grundvattnet kvalitativt påverkas av infiltrationen.

Under innevarande budgetår har två infiltrationsanläggningar, i Vara och i Lidköping, instrumenterats och mätningar startats. Instrumenteringen av ett tredje område, Floda, pågår. I varje område kommer att finnas grundvattenrör före och efter infiltrationspunkten samt provtagningsutrustning för dagvatten. I Vara och Lidköping finns dessutom registrerande nederbördsräknare. De föroreningar som studeras är bland andra fosfor och kväve, tungmetaller samt organiska föroreningar som bens(a)pyrén och halogenerade substanser.

Under budgetåret 1979/80 kommer undersökningarna att slutföras med provtagningar till och med hösten 1979. Rapportskrivning kommer att ske under första halvåret 1980.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten kommer dels att meddelas i en forskningsrapport, dels att sammanställas med resultaten från andra projekt inom Naturvårdsverkets projektgrupp "Infiltrationsprocesser i mark och grundvattenskydd".

Forskningsresultaten förväntas kunna ligga till grund för bedömningar av konsekvenser för grundvattenkvaliteten av dagvatteninfiltration.

3.5 Ämnesområde "Planering och dimensionering av dagvattensystem"

Ämnesområdet omfattar projekten "Dagvattenstudier i Göteborg", "Dagvattenhydrologi - analys och dimensionering av avledningssystem för dagvatten", "Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping", "Dagvattenavledning - flödesmodeller", "Dagvattenhydraulik - föroreningstransport i ledningssystem och ledningssystemens hydrauliska funktion", "Praktisk användning av dagvattenmodeller" och "Planeringsmodell för dagvatten". Under budgetåret 78/79 har tillkommit projekten "Optimering från stora urbana områden - simuleringsteknik exemplifierat på Göteborg", "Val av nederbördsdata vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp", "Långtidsmätning av nederbörd, dagvattenflöde och dagvattnets sammansättning" samt "Anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät - ekonomiska kriterier och tekniska förutsättningar".

3.5.1. Dagvattenstudier i Göteborg

Dagvattenhydrologi - Analys och dimensionering av avledningssystem för dagvatten

Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping

Projektledare och övriga forskare

Lennart Rahm, Anders Sjöberg, Viktor Arnell, Sven Lyngfelt

Viktigare forskningsrapporter

I geohydrologiska forskningsgruppens meddelandeserie

Arnell, V, 1974. Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926-1971. Meddelande 5.

Arnell, V, Lyngfelt, S, 1975. Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrologiska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, Meddelande 12.

Arnell, V, Lyngfelt, S, 1975. Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973-1974. Meddelande 13.

Arnell, V, 1977. Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. Meddelande 23.

Arnell V, 1976. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet inom ett urbant område. Konferens om urban hydrologi i Sarpsborg, 1975. Dagvatten. Meddelande 15.

Lyngfelt S, 1976. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg. Konferens om urban hydrologi i Sarpsborg, 1975. Dagvatten. Meddelande 15.

Arnell V, Sjölander B, 1974. Mätningar av nederbördsintensiteten i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. Meddelande 10.

Arnell V, 1977. Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. Meddelande 20.

Övrig publicering

Arnell V, Lyngfelt S, 1978. Beräkning av dagvattenavrinning från urbana områden. YMER årsbok 1978.

Lyngfelt S. An Analysis of Parameters in a Kinematic Wave Model of Overland Flow in Urban Areas. Nordiks hydrologisk konferens i Helsingfors 1978. Institutionen för vattenbyggnad, CTH, Report Series B:13.

Planerade rapporter

Arnell, V, Asp, T. Nederbördens varaktighet och mängd vid Lundby i Göteborg 1921-1939 för beräkning av bräddvattenmängder. Utkommer vid årsskiftet 78/79.

Arnell, V, Strandner, H, Svensson, G. Dagvattenstudier i stadsdelen Ryd i Linköping 1976-1977. Ut kommer vid årsskiftet 78/79.

Arnell, V. Description and Test of the Chalmers University of Technology Urban Runoff Model. Utkommer under 1979 (del av avhandling).

Arnell, V. Precipitation Data for Design of Storm Sewer Systems. Utkommer under 1979 (del av avhandling).

Lyngfelt, S. Modelling of Overland Flow. Utkommer årskiftet 79/80 (avhandling).

Beskrivning av forskningsprojekten

a) Dagvattenstudier i Göteborg

Projektet "Dagvattenstudier i Göteborg" omfattar mätning av nederbörd och avrinning, utveckling av en avrinningsmodell och analys av nederbörds-avrinningsdata.

Ett nederbördsstationsnät bestående av 13 stationer lokaliserat till Göteborgsregionen har byggts upp och data från stationerna utvärderas kontinuerligt. Nederbörd och avrinning från ett bostadsområde (Bergsjön) har under projektet registrerats och lagrats i en databank. Dessa data har analyserats med avseende på väsentliga avrinningsparametrar såsom maximala medelintensiteter för regn, maxflöden, nederbördsolymer, avrunnaolymer och flyttider. Speciellt har ytmagasinerings- och maxavrinningskoefficienten använd i rationella metoden utvärderats.

En datormodell för dimensionering och analys av dagvattensystem, CTH-modellen, har utvecklats och testats mot mätdata. Modellen innehåller beräkningsrutiner som beskriver infiltration, ytmagasinerings-, ytflöde och ledningsflöde. En enklare hydrografmetod har också testats mot mätdata.

b) Dagvattenhydrologi - analys och dimensionering av avledningssystem för dagvatten

Projektet "Dagvattenhydrologi" är en fortsättning av projektet "Dagvattenstudier i Göteborg" och har drivits i nära samarbete med projekten "Dagvattnets föroreningskällor" och "Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping".

Mätstationer för nederbörd och avrinning uppförda under tidigare projekt har fortsatt drivits under projektet. Nederbörds- och avrinningsdata från ytterligare fem urbana områden (mätningar utförda inom ovan nämnda parallella projekt) har analyserats med avseende på väsentliga avrinningsparametrar. Speciellt har ytmagasineringen och maxavrinningskoefficienten använd i rationella metoden utvärderats. Den hydrauliska funktionen hos mätstationerna har studerats vid modellförsök i laboratorium. I Bergsjön har avrinningen från fyra mindre ytor studerats.

Den tidigare utvecklade avrinningsmodellen har kompletterats med rutiner för beräkning av flödet genom utjämningsmagasin och bräddavlopp. Ledningsnätsrutinen har också förbättrats. Mätdata har utnyttjats för test av avrinningsmodellen.

Projektet kommer att sammanfattas i två doktorsavhandlingar som behandlar avrinningsmodeller, speciellt val av nederbördsdata och ytavrinning (geometriska indata).

c) Studier av dagvattenavrinning och dagvattenkemi i Linköping
Projektet omfattar studier av dagvattnets kvantitet och kvalitet samt markvatten- och infiltrationsförhållanden i Linköping. Här berörs enbart delen dagvattnets kvantitet.

Mätstationer för nederbörd och avrinning har upprättats i tre urbana områden varav ett större (2,0 km²). Mätdata från områdena har lagrats på databank och bearbetats på det sätt som angivits i projektet "Dagvattenhydrologi". Avrinningsmodellen har testats mot mätdata från de tre avrinningsområdena.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

Inom projektet har en beräkningsmetod, den så kallade CTH-modellen, för analys och dimensionering av dagvattensystem utvecklats. Projektet har även medverkat till införandet av andra typer av dagvattenmodeller i Sverige.

Genom modellverksamhet och bearbetning av mätdata har bättre kunskaper erhållits om speciellt ytavrinningen i urbana områden.

Förbättrade kunskaper om den s k rationella beräkningsmetoden har erhållits. Detta gäller speciellt metodens giltighet och begränsningar. Maxavrinningskoefficienter har utvärderats för sex stycken områden.

En enkel metod för beräkning av volymer avrunnet dagvatten har introducerats. Värden på den i metoden ingående volyms-avrinningskoefficienten har utvärderats för sex områden.

Mät databank har upprättats för data från mätningar inom sex områden. Databanken innehåller uppgifter om nederbörd och avrinningar. Även områdesbeskrivningar och kartmaterial finns tillgängligt.

Valet av nederbördsindata vid dimensionering av dagvattensystem med olika typer av datormodeller har studerats. Rekommendationer för val av nederbördsindata har givits.

Möjligheterna att använda en förenklad beräkningsmodell en s k syntetisk enhetshydrograf har visats i ett examensarbete. Beräkningsmetoden har exemplifierats på ett bostadsområde i Göteborg.

I ett annat examensarbete har tumregler tagits fram för mätning av dagvattenavrinning med mätöverfall i nedstigningsbrunnar.

Nya intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg har utvärderats. Även s k bräddkurvor för beräkning av bräddade avloppsvattenmängder för en nederbördsstation i Göteborg har utvärderats. Projektet har deltagit i studier av den regionala nederbördsfördelningen över Göteborg genom drift av ett stort stationsnät av 13 registrerande nederbördsstationer.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Den utvecklade beräkningsmetoden CTH-modellen har använts vid dimensionering av ett dagvattensystem i Linköping. Projektet har även medverkat till att andra beräkningsmetoder har introducerats i praktiskt ingenjörsarbete. I första hand gäller det den s k ILLUDAS-modellen som används av flera kommuner och konsultfirmor vid dimensionering och analys av dagvattensystem.

De inom projektet utvärderade intensitets-varaktighetskurvorna för häftiga regn i Göteborg används nu av Göteborgs VA-verk vid dimensionering av dagvattensystem. De finns även införda i VAV:s anvisningar för beräkning av avloppsledningar P28. Erfarenheterna och resultaten av studier av flödesmätning i nedstigningsbrunnar utnyttjas vid byggande av mätöverfall för uppföljning av dagvattenavrinningen inom nya områden i Linköping.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Nya kompendier om nederbörd och urban hydrologi, för användning inom V-utbildningen på Chalmers, har utarbetats. Deltagare i projektet föreläser om dessa ämnen i V-kurserna. Från och med 1978/79 ingår ett moment i fortsättningskursen där teknologerna får lära sig att använda en detaljerad beräkningsmodell för dimensionering av dagvattensystem. Även vid tekniska högskolan i Lund har resultat av projekten utnyttjats i undervisningen.

Under våren 1978 hölls en extern kurs för ingenjörer om dimensionering och analys av dagvattensystem vid CTH. Därvid bidrog projekten med kursmaterial och projektmedlemmarna höll flera föreläsningar och ställde upp som övningsledare.

Vid en informationsdag i Lund för va-ingenjörer deltog projektet med två skriftliga bidrag och föredragningar. En informationsdag om forskningsresultat och aktuella forskningsprojekt har hållits för representanter för VA-verken i Stockholm, Göteborg, Malmö och Oslo. En föreläsning om dimensionering av dagvattensystem har hållits för Föreningen för Vattenhygien. En föreläsning har även hållits vid Nordiska Hälsovårdshögskolans kurs i vattenhygien.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Erfarenheter och resultat av projekten har använts inom projektet "Praktisk tillämpning av modeller".

Inom projektet "Stora urbana områden" kommer erfarenheter att användas och nederbördsdata från mätarna över Göteborgsregionen.

Inom projektet "Val av nederbördsindata för dimensionering av utjämningsmagasin mm" kommer dels CTH-modellen att användas för dimensioneringsexemplen dels kommer nederbördsindata som är upplagda på magnetband i tidigare projekt att användas.

Resultaten av ytavrinningsstudierna kommer att ligga till grund för vidareutveckling av olika dimensioneringsmodeller.

Den databank från mätningar inom sex områden som finns upplagd har använts inom andra forskningsprojekt för test av avrinningsmodeller.

Bearbetade nederbördsdata från projektet används inom projektet "Lokalt omhändertagande av dagvatten". Nederbördsdata från de 13 regnmätare som finns i Göteborgsregionen används inom olika projekt i Geohydrologiska forskningsgruppen och av konsulter i Göteborg och Göteborgs VA-verk.

Inom projektet utvecklade datorprogram för utvärdering av intensitet-varaktighetskurvor har legat till grund för programmeringsarbeten vid Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.

Den metodik som utvecklats för utvärdering av nederbörds-avrinningsmätningar har använts vid utvärdering av liknande mätdata i Norge och Finland.

Projektresultaten kommer att ligga till grund för ett antal informationsprojekt om analys och dimensionering av dagvattensystem som inleds under budgetåret 1978/79.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

De inom projektet utvecklade beräkningsmodellerna eller liknande modeller förväntas få användning vid analys och dimensionering av avloppssystem för medelstora och stora områden.

Nederbördsindata utvecklade inom projektet kommer att användas vid dimensionering av dagvattensystem.

Projektresultaten kommer att leda fram till förbättring av andra befintliga beräkningsmetoder. Den rationella beräkningsmetoden kommer att användas med större urskiljning i framtiden. Projektresultaten leder fram till en bättre bedömning av olika beräkningsmetoder och när man skall använda den ena eller den andra metoden.

Enklare beräkningsmetoder och speciellt beräkningsmetoden för beräkning av volymsavrinning kommer att användas vid beräkning av avrunna dagvattenvolymer och de parametervärden på deltagande ytor och regnförluster som utvärderats inom projektet kan ligga till grund för bedömning av motsvarande värden i andra områden.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

En manual behöver utarbetas till den inom projektet utvecklade CTH-modellen som kompletterar den matematiska beskrivningen och beskrivningen av modelltesterna.

En brukarrapport bör utarbetas om beräkning av avrunna dagvattenvolymer. Likaså vore det värdefullt med en rapport om användningen av rationella metoden.

Eftersom antalet beräkningsmodeller på marknaden börjar bli stort behövs en manual om när man skall använda den ena eller den andra metoden.

Studierna om val av nederbördsindata för dimensionering av avloppssystem har exemplifierats med nederbördsdata från Göteborg. För att resultatet skall bli mer allmänt tillgängligt bör bearbetning av nederbördsdata utföras för fler orter inom landet.

För att den mätdatabank som lagts upp inom projektet skall få ökad tillämpning behöver en sammanställning göras av mätdata kompletterad med en kortfattad beskrivning av varje avrinningsområde med tillhörande kartmaterial.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

För olika typer av beräkningsmodeller förs resultat och anvis-

ningar om användning bäst ut genom väl skrivna manualer, brukar-rapporter och kurser. Då målsättningen också måste vara att öka den allmänna kunskapsnivån om urban hydrologi hos ingenjörerna behöver även ett antal pedagogiskt skrivna informationsrapporter utarbetas. Olika kurser och seminarier kan ordnas på högskolan. Forskningsresultaten tas också in i undervisningen på Chalmers tekniska högskola.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Forskningsresultaten kan ligga till grund för anvisningar för dimensionering och analys av avloppsledningssystem inklusive:

- a) val av nederbördsindata vid dimensionering av avloppssystem
- b) användning av detaljerade analys- och dimensioneringsmodeller
- c) användning av rationella metoden för dimensionering av avloppssystem
- d) förenklad beräkning av avrunna volymer

Erfarenheterna av flödesmätning i avloppssystem är sådana att de bör tillsammans med erfarenheter från andra projekt kunna ligga till grund för riktlinjer för flödesmätning i avloppsledningar.

3.5.2 Dagvattenavledning - flödesmodeller

Dagvattenhydraulik - ledningssystemens hydrauliska funktion

Projektledare

Anders Sjöberg

Viktigare forskningsrapporter

Sjöberg, A, 1974. Mathematical models for gradually varied free surface flow. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 8.

Sjöberg, A, 1976. Beräkning av icke stationära flödesförlopp i reglerade vattendrag och dagvattensystem. Institutionen för vattenbyggnad, CTH, meddelande nr 87 (doktorsavhandling, i vilken även redovisas Vattenfalls-projektet).

Sjöberg, A 1976. CTH - ledningsnätmodell DAGVL-A - Uppsats presenterad vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg, Norge, 1975. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 15.

Beskrivning av forskningsprojektet

För projektet "Dagvattenavledning - flödesmodeller" har huvudmålsättningen varit att utveckla datormodeller för beräkning av flödesförlopp i dagvattensystem med beaktande av dämningseffekter (typ A-modell).

Vidare skulle den framtagna A-modellen utnyttjas för att studera graden av approximation i förenklade beräkningsmodeller där dämningseffekter ej beaktas (typ B-modellen).

För projektet "Dagvattenhydraulik - ledningssystemers hydrauliska funktion" är målsättningen att med den framtagna datormodellen DAGVL-A studera för Göteborgs VA-verk intressanta befintliga ledningsnäts hydrauliska funktion. Speciellt skall studeras möjligheten att genom uppdamning utnyttja ledningsnätet som fördröjningsmagasin för att därigenom kunna minska dimensionerna på nedströms liggande ledningar.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

För beräkning av flöden och vattenstånd i ett konvergerande ledningsnät (trädformat) med given tillrinning under beaktande av dämningseffekter har konstruerats en datorbaserad matematisk modell benämnd DAGVL-A. Det är den enda i Sverige tillgängliga datormodellen för denna typ av beräkningar. (Det amerikanska programmet SWMM finns i Sverige men har ej använts. Det anses dessutom vara dåligt uttestat).

DAGVL-A kan behandla strömning i såväl helt fylld som delvis fylld ledningssektion. Vid förekomst av vattensprång måste vissa approximationer införas.

Vid utnyttjande av tät geometrisk indelning och små tidsteg ger DAGVL-A så noggranna lösningar att den kan utnyttjas som referensmodell vid test av mera approximativa modellers egenskaper.

DAGVL-A är ett analysprogram. Det kan således endast utnyttjas för analys av flödesförhållanden i ett existerande eller projekterat ledningsnät. Det kan ej användas för dimensionering. Programets uppbyggnad möjliggör beräkningar av ledningsnät med fördröjningsmagasin av genomströmningstyp.

I det framtagna programpaketet finns inbyggt en hydrauliskt sett förenklad beräkningsmodell DAGVL-B. Denna modell skiljer sig från DAGVL-A enbart genom att dämningseffekter ej beaktas.

Beräkningar av flödesförloppet kan vidare ske enligt de mera approximativa beräkningsprinciper som utnyttjas i RRL-metoden och EPA-modellen SWMM samt enligt kinematisk vågteori.

Datorprogrammen kan i sin nuvarande utformning ej utnyttjas av personal utanför institutionen för vattenbyggnad, CTH.

Under projektet "Dagvattenhydraulik - ledningssystem's hydrauliska funktion" har i samarbete med Göteborgs VA-verk utvalts två avrinningsområden, Åkered och Järnbrott, vilka är intressanta ur ovan angivna aspekter. Områdena har karterats med avseende på dels ledningsnätets geometri (ca 70 resp 100 ledningar med diametrar >400 mm), dels area, koncentrationstid och avrinningskoefficient för de valda tillloppspunkternas delytor.

Appliceringen av datorprogrammet DAGVL-A på de aktuella ledningsnäten har krävt följande åtgärder

- omarbetning av datorprogrammet med hänsyn till det stora antalet ledningar (minskning av kärnminnesutrymmet)
- programmering av rutiner för beräkning av tillflöden (beräkningen sker på konventionellt sätt med blockregn, koncentrationstid och avrinningskoefficient)
- viss omarbetning av utnyttjat differensschema (det stora antalet ledningar kräver en gles geometrisk indelning)

av ledningarna om inte alltför höga beräkningskostnader skall erhållas. En gles indelning visade sig emellertid medföra ett ökat kontinuitetsfel, vilket dock kunnat elimineras genom införande av dels nya differensuttryck, dels ett iterativt förfarande)

- utarbetande av nya utskrifts- och plottningsrutiner (utvärderingen av beräkningsresultaten med avseende på dämningseffekter kräver vid stort antal ledningar och komplicerade flödesförhållanden plottning av trycknivåer för intressanta ledningsavsnitt).

Dessutom har omfattande försök gjorts att med hjälp av modifierade differensschema genomföra beräkningar av ledningsavsnitt med vattensprång. Dessa försök har dock icke lett till önskat resultat, varför förekomst av vattensprång fortfarande nödvändiggör vissa approximationer. (Någon flödesmodell som kan behandla vattensprång har ännu ej presenterats i den internationella litteraturen).

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Beräkningsmodellen DAGVL-A utnyttjas i projektet "Dagvattenhydraulik - ledningssystem hydrauliska funktion" för dimensionering av utloppsledning för befintliga dagvattensystem. Härvid beaktas möjligheten till uppdämning.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Forskningsresultaten utnyttjas inom undervisningen vid CTH, institutionen för vattenbyggnad, för demonstration av flödesförlopp i ledningssystem speciellt då vad avser formförändring och dämpning av flödesvågen.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

De kunskaper som förvärvats rörande dels möjligheten att beräkna olika typer av flödesförlopp, dels olika existerande modellers egenskaper har utnyttjats i och påverkat övriga dagvattenprojekt vid institutionen för vattenbyggnad, CTH.

Direkt utnyttjande av datorprogrammet DAGVL-A även i dessa projekt (vilket finns starka önskemål om) kräver inverkan av "modellbyggaren". Tyvärr saknas för närvarande tidsutrymme för sådan medverkan.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Från allt fler konsulter och kommuner framförs önskemål om att få beräkningar av dämningnivåer i ledningssystem genomförda. Förr eller senare måste DAGVL-A (eller någon annan modell med motsvarande kapacitet) arbetas fram till praktisk tillämpning.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Kompletterande tester bör genomföras för olika flödessituationer. Ledningsnätmodellen bör kopplas till en ytavrinningsmodell, typ ILLUDAS eller CTH-modellen. En manual, typ ILLUDAS-manualen, bör utarbetas. Underlag för bedömning av energiförluster i ledningsbrunnar bör tas fram (nytt forskningsprojekt).

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Forskningsresultaten förs lämpligen ut med hjälp av externinriktade CTH-kurser och utförliga programmanualer.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

DAGVL-A är ett av de "verktyg" som kan utnyttjas inom projekt inriktade på framtagande av allmänna riktlinjer för dimensionering och utformning av dagvattensystem.

3.5.3 Praktisk användning av dagvattenmodeller

Projektledare och forskare

Anders Sjöberg, Thomas Asp, Jan Lundgren, Henriette Melin.

Viktigare forskningsrapporter

Datorberäkningar av dagvattensystem. Kompendium vid CTH-kurs april 1978.

Sjöberg, A, Lundgren, J, Asp, T, Melin, H, 1979. Manual för Illudas-version S2. Geohydrologiska forskningsgruppen, meddelande 36 (under tryckning).

Beskrivning av forskningsprojekt och uppnådda resultat

Inom ramen för projektet har följande verksamhet genomförts:

- det amerikanska dimensionerings/analysprogrammet ILLUDAS har modifierats och anpassats till svensk praxis.
- en manual på svenska har utarbetats (version ILLUDAS-S1).
- en kurs "Datorberäkningar av dagvattensystem" arrangerades våren 78. Kursen var fokuserad på praktiskt utnyttjande av ILLUDAS (till allra största delen självfinansierad).
- med utgångspunkt från bl a de synpunkter som framkom vid denna kurs har ytterligare modifieringar av programmet genomförts (version ILLUDAS-S2) (har i huvudsak bekostats av CTH-medel).

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Den ovannämnda externa dagvattenkursen resulterade i stort intresse från kommuner och ingenjörsfirmor för utnyttjande av ILLUDAS. Programmet (ILLUDAS-S1) gjordes därför tillgängligt på Göteborgs Datacentral för externa användare (se bilaga 1). Det har hitintills (jan -79) utnyttjats av ca 10 kommuner och konsulter som tillsammans genomfört 250 å 300 körningar. Innehavare av ILLUDAS-programmet är, förutom CTH, KTH (vattenbyggnad), LTH (vattenresursteknik), DTH (teknisk hygien), Allmänna Ingenjörbyrå AB och Vattenbyggnadsbyrå.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Förutom den externa kursen "Datorberäkningar av dagvattensystem", vilken kommer att upprepas i april 1979, har den nya versionen Illudas-S2 använts i en teknologkurs (vattenbyggnad fortsättningskurs, V4) med ungefär samma inriktningar som den externa kursen.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

I takt med kursutbudet vid CTH och de interna kurser som de större konsulterna och kommunerna driver förväntas datormodeller komma att få allt större användning för dimensionering av dagvattensystem i Sverige.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Introducerandet av ILLUDAS har medfört ett växande intresse för användning av även andra typer av dagvattenmodeller. Exempel på modeller som på samma sätt som ILLUDAS bör göras tillgängliga för självständigt externt utnyttjande är NIVA-modellen, STORM, SWMM, CTH-modellen och ROUTE-S. Därför behöver

- programmen för modellerna göras enkelt tillgängliga för externa användare
- information spridas om olika modellers tillämplighet (möjligheter och begränsningar) och tillgänglighet (var finns programmen, hur förfar man vid körningar etc.)
- råd och anvisningar ges till kommuner och konsulter vid användandet av programmen
- uppdateringar, felrättningar och eventuella modifieringar av programmen utföras
- enkla indatabeskrivningar till de aktuella programmen tillhandahållas
- erfarenheter från gjorda körningar sammanställas och publiceras.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Genom externa kurser av typen "Datorberäkningar av dagvattensystem" och genom enkla manualer och brukarrapporter.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Forskningsresultaten kan, tillsammans med andra forskningsresultat inom ämnesområdet, ligga till grund för nya anvisningar för dimensionering av dagvattensystem.

3.5.4 Planeringsmodell för dagvatten

Projektledare och övriga forskare

Gilbert Svensson, Per-Arne Malmquist

Viktigare forskningsrapporter

Svensson, G, Malmquist P-A, 1977. Water Budget for a Housing Area in Göteborg. International Conference on the Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality, Amsterdam 1977. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Svensson, G, 1976. Some Aspects on Urban Runoff Quality Modelling. Norsk Hydrologisk konferens i Reykjavik, 1976. BFR Documents D17:1977.

Svensson, G, 1978. Planning Models for the Evaluation of Storm Water Management Alternatives. Nordisk hydrologisk konferens i Helsinki 1978. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Svensson, G, 1976. Planeringsmodeller för dagvatten, CTH, VA-teknik, Publ C76:2.

Planerade rapporter

Svensson, G, Ören, K, 1978. Planeringsmodeller för avloppssystem. NIVA-modellen tillämpad på Torslanda avrinningsområde. Under utskrift.

Svensson, G. Slutrapport för projektet "Planeringsmodeller för dagvatten". Utkommer i början av 1979.

Beskrivning av forskningsprojektet

Projektets målsättning har varit

- a) att visa olika planeringsmodellens tillämplighet för planering av avloppssystem
- b) att med hjälp av planeringsmodeller utarbeta beräkningsexempel för olika vanligt förekommande fall vid planering av avloppsnet
- c) att utvärdera konsekvenserna för dessa beräkningsexempel.

Arbetet har bedrivits i ett område i Göteborg, Torslanda. Området är 3,5 km² stort och betjänas av duplikatsystem.

Modellerna NIVA och QQS har tillämpats för området. NIVA-modellen har sedan använts för att göra beräkningsexemplen. Totalt har 10 olika system genomräknats, 5 duplikata och 5 kombinerade. De kvantitativa och kvalitativa konsekvenserna har analyserats i termer som: andel nederbörd som förs ut från området, total föroreningsmängd och föroreningsmängd under regn som förs ut från området, momentan föroreningsbelastning och risk för dämning i systemet.

Analysen har lett fram till att olika åtgärder kunnat konsekvensbeskrivas.

Vilka resultat har projektet lett fram till?

I projektet har tillämpats en i Sverige tidigare inte använd metod: planeringsmodeller för dagvatten.

Projektet har dels demonstrerat olika modellens lämplighet vid analys av ett befintligt avloppsnet (i Torslanda, Göteborg) dels visat planeringsmodellens lämplighet för konsekvensbeskrivning av olika åtgärdsalternativ. Projektet har medverkat till introducerandet av planeringsmodeller i Sverige.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Planeringsmodeller och den metodik som utvecklats i projektet har tillämpats vid planeringen av ett bostadsområde i Linköping.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

I kursen "Datorberäkningar av dagvattensystem" vid CTH i april 1978 ingick ett avsnitt om planeringsmodeller. STF ingenjörsutbildning ger i december 1978 en tredagars kurs som helt kommer att inriktas på planering av dagvattensystem. Som övningsexempel kommer där Torslandastudien att användas.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Planeringsmodeller och den i projektet utvecklade metodiken kommer att tillämpas inom projektet "Vattenbalans för Lunds centralort" vid LTH och projektet "Dagvatten från stora urbana områden" vid CTH.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Planeringsmodeller förväntas få användning vid kommunal planering för nybyggnad, förtätning och sanering av tätortsområden. Den teknik som utvecklats i projektet kommer därvid att få betydelse.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Fullskaleundersökningar i olika typer av områden i samarbete med kommuner. Projektet "Dagvatten från stora urbana områden" kommer delvis att ge detta. Svenska manualer och genomarbetade räkneexempel. Interaktiva system. Kurser av "workshop"-typ där varje deltagare har ett eget problem att lösa.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Genom demonstrationsprojekt (se ovan), genom svenska manualer och brukarrapporter, genom kurser typ STF eller genom kurser anordnade regionalt för ett begränsat antal brukare.

2. Utredning av sambandet mellan dimensionerande översvämningens frekvens och drift- och anläggningskostnader för systemet.
3. Inverkan på resulterande översvämningens frekvens av osäkerheter i olika beräkningsmetoder.
4. Utredning av ansvarsfrågan vid optimering av ledningssystem.
5. Utredning av acceptabel översvämningens frekvens för allmänheten.
6. Utveckling av optimeringsmetoder för ledningssystem, styrning av risknivån i systemen.

Arbetet bedrivs i samarbete med AB Vattenbyggnadsbyrån i Stockholm.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten förväntas leda till rekommendationer om hur ledningssystemen skall optimeras och hur dimensionerande återkomsttider skall väljas.

3.5.6 Dagvattenavrinning från stora urbana områden - simuleringsteknik exemplifierat på Göteborg.

Projektledare och forskare

Sven Lyngfelt, Gilbert Svensson, Börje Sjölander.

Beskrivning av forskningsprojektet

Avsikten är att tillämpa en kombination av lämpliga avrinningsmodeller (dagvatten och spillvatten) på avrinningsområdet till Ryaverket. Dessutom kommer nederbörds-avrinningsmätningar i området att utvärderas. Detta gäller både redan gjorda mätningar och under projektet utförda mätningar. Den samlade bild som erhålles av avloppssystemets funktion vid nederbörds-tillfällen bör väsentligt förbättra underlaget för bedömning av alternativa åtgärder i avloppssystemet. Det kan exempelvis gälla drift av reningsverket, placering av utjämningsmagasin,

åtgärder i samband med överbelastning i någon punkt, separering av dag- och spillvatten i områden förberedda för duplikat-system etc.

Avrinningsområdet till Ryaverket består av många olika kommuner och stadsdelar med varierande avrinningsegenskaper. För var och en av dessa områden kommer arbetsmomenten

- analys av nederbörds-avrinningsmodell
- anpassning av lämplig avrinningsmodell
- analys av systemets funktion för olika belastningar och effekter av olika åtgärder i systemet

att utföras. Det förväntade resultatet kommer därmed att kunna tillämpas även på små kommuner både när det gäller direkta resultat av bearbetningar (mätdata, simuleringar) och erfarenheter beträffande metodik (val och användning av modeller).

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten förväntas leda till

- dels rekommendationer för val och användning av datormodeller för beräkning av dagvattenflöden i olika typer av urbana områden
- dels rekommendationer för planering av åtgärder i befintliga dagvattensystem i olika typer av områden
- dels underlag för bedömning av åtgärder för att förbättra driften vid Ryaverket, Göteborg.

3.5.7 Val av nederbördsdata vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp.

Projektledare och forskare

Viktor Arnell, Thomas Asp, Håkan Strandner.

Beskrivning av forskningsprojektet

Vid dimensionering av utjämningsmagasin och infiltrationsanläggningar används i dag enkla regnindata. Dessa regn har en

volym som är ca 60% av den verkliga regnvolymen, en förenkling som påverkar dimensionerna på ovanstående volymkonstruktioner. Vid beräkning av bräddade vattenmängder är hela regnstatistiken under året sammanförd i en kurva som inte tar hänsyn till variationerna under året och mellan olika regn. De nya beräkningsmetoder som nu har börjat användas vid dimensionering av dagvattensystem kräver nederbördsindata i form av regnintensitetens variation med tiden.

Projektets syfte är att föreslå metoder för hur nederbördsindata skall väljas vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp. Projektet genomförs i ett antal etapper.

- 1) Råbearbetning av nederbördsdata för stationen Lundby i Göteborg.
- 2) Utveckling av beräkningsrutiner för ovanstående konstruktioner.
- 3) Jämförelser av dimensioneringar utförda med olika regnindata.
- 4) Sammanställning av projektresultat och avrapportering.

Projektet utförs i samarbete med Göteborgs VA-verk, SMHI och Institutionen för vattenbyggnad, KTH. Genomförandet samordnas med slutförandet av projektet "Dagvattenhydrologi".

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten förväntas leda till underlag för anvisningar för hur nederbördsdata skall väljas vid dimensionering av utjämningsmagasin, infiltrationsanläggningar och bräddavlopp med hjälp av olika beräkningsmetoder. Publiceringen kan ske dels genom myndighets anvisningar, dels genom tidskriftsartiklar och rapporter.

3.5.8 Långtidsmätning av nederbörd, dagvattenflöde och dagvattnets sammansättning.

Projektledare och forskare

Gilbert Svensson, Börje Sjölander.

Beskrivning av forskningsprojektet

Den urbanhydrologiska forskningen har lett fram till förbättrade beräkningsmetoder för dimensionering av dagvattennät samt användning av datoriserade beräkningsmetoder för dimensionering, analys och planering av avloppssystem. Framför allt det ökande bruket av datormodeller inom dagvattentekniken gör att urbanhydrologiska mätserier behövs för verifiering av de resultat som datormodellerna ger. Vid varje förändring eller utbyte av någon del av en beräkningsmodell behöver resultaten verifieras. Introduceras nya datormodeller gäller samma krav på verifiering av resultaten. För detta krävs att åtminstone någon mätstation drivs kontinuerligt och att mätresultaten lagras på ett för alla avnämare lättillgängligt sätt.

Avsikten med projektet är att driva en mätstation för dagvattenkvantitet och -kvalitet kontinuerligt under en längre tidsperiod, i första hand tre år. Mätstationen är befintlig, Bergsjön i Göteborg, och har varit i drift med kortare avbrott från och med 1973 till och med hösten 1977. Det är således möjligt att med relativt begränsade medel erhålla mätvärden från exempelvis en tioårsperiod. Alla uppgifter om området samt alla mätvärden kommer att göras tillgängliga för alla som har behov av dem.

Projektet kommer från och med budgetåret 79/80 att finansieras inom institutionen för VA-teknik, CTH.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Sammanställningar av erhållna mätvärden som visar materialets omfattning samt pekar på intressanta regn eller regnperioder kommer att publiceras kalenderårsvis.

3.5.9 Anläggning, underhåll och drift av avlopps-
ledningsnät - ekonomiska kriterier och tekniska
förutsättningar.

Projektledare och forskare

Peter Balmér, Hans Bäckman

Beskrivning av forskningsprojektet

Den sammanlagda längden av alla avloppsledningar i Sverige var år 1975 57 000 km. Den årliga kostnaden för drift och underhåll av näten inkl. avloppsreningsverken var 600 Mkr. Kapitalkostnaden var ungefär lika stor. Drift- och underhållskostnaderna för näten kommer att öka i takt med att dessa åldras.

Satsning på FoU om anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät motiveras av att problemområdet får allt större ekonomisk betydelse.

Projektet syftar till att genom kostnads-nyttoanalyser ge underlag för minimering av anläggnings-, underhålls- och driftskostnaderna för befintliga och planerade avloppsledningsnät, såväl av konventionellt som alternativt utförande.

Projektet syftar även till att undersöka behovet av och ge förslag till ny teknik för anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät.

Genomförandet sker i fyra etapper omfattande:

- insamling av befintlig kunskap inom problemområdet samt detaljerad programmering av projektet
- metodstudier för att få fram ekonomiska kriterier för värdering av befintliga och framtida avloppsledningsnät
- dels arbete med metoder för kontroll och rehabilitering av avloppsledningsnät dels inventering av ett stort antal nät i olika kommuner

- utarbetande av ett handlingsprogram för anläggning, underhåll och drift av avloppsledningsnät med hänsyn till minsta kostnad för samhället.

Budgetåret 78/79 ägnas åt programskrivning.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Forskningsresultaten förväntas kunna ligga till grund för rekommendationer av olika slag inom ämnesområdet.

3.6 Ämnesområde "Dagvattnets sammansättning"

Till ämnesområdet hör projekten "Dagvattnets sammansättning och variation", "Dagvattensammansättnings beroende av luft- och nederbördsburna föroreningar och av dessas korrosiva inverkan på byggnader" samt "Mikroämnen i dagvatten". Under budgetåret 78/79 har tillkommit projektet "Förorening av dagvatten".

3.6.1 Dagvattnets sammansättning och variation

Dagvattensammansättnings beroende av luft- och nederbördsburna föroreningar och av dessas korrosiva inverkan på byggnader

Mikroämnen i dagvatten

Projektledare och övriga forskare

Per-Arne Malmquist, Torsten Hedberg, Gilbert Svensson, Birgitta Horkeby, Vladimir Kucera, Bo Heimler, Björn Josefsson

Viktigare forskningsrapporter

Malmquist, P-A, Svensson, G, 1977. Urban Storm Water Pollution Sources. International Symposium on the Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality, Amsterdam, 1977. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Horkeby, B. Malmquist P-A, 1977. Microsubstances in Urban Storm Water. Ibid.

Malmquist, P-A, 1978. Atmospheric Fallout and Street Cleaning - Effects on Urban Storm Water and Snow. The Ninth IAWPR Conference Stockholm 1978. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 37.

Malmquist, P-A, 1977. Dagvattnets föroreningskällor. Nordiska Symposiet om Vattenforskning, Nordfosk, Röros 1977. Institutionen för VA-teknik, CTH, Publ A78:1.

Malmquist, P-A, 1975. Heavy Metals in Urban Storm Water. A Study of Sources and Transport. International Conference on Heavy Metals in the Environment, Toronto 1975.

Malmquist, P-A, Svensson, G, 1974. Dagvattnets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda undersökningar i Stockholm och Göteborg 1969-1972. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande 11.

Malmquist, P-A, Svensson, G, 1975. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Delrapport. Geohydrologiska forskningsgruppen. Meddelande 14.

Horkeby, B, Malmquist, P-A, 1977. Mikroämnen i dagvatten. Statens Naturvårdsverk PM 926.

Malmquist, P-A, Svensson, G, 1975. Tungmetaller i dagvatten. Studium av tungmetallkällor i ett bostadsområde. Inst för VA-teknik, CTH, Publ A75:1. Särtryck från VATTEN nr 3, 1975.

Malmquist, P-A, Svensson, G, 1977. Åtgärder mot dagvattenförorening. Inst för VA-teknik, CTH, Publ A77:1. Särtryck från VATTEN nr 2, 1977.

Planerade rapporter

Malmquist, P-A, 1979. Dagvattensammansättningens beroende av luft, nederbörd och korrosion. Geohydrologiska forskningsgruppen, Meddelande. Slutrapport. Beräknad utgivning 1979.

Beskrivning av forskningsprojekten

Forskningsprojekten har syftat till att undersöka dagvattnets sammansättning och variation samt dagvattnets föroreningskällor.

Under 1973 och 1974 utfördes mätningar av nederbörd och dagvattnets volym och sammansättning i ett bostadsområde och ett industriområde i Göteborg. Kunskaper erhöles om dagvattnets innehåll av bland annat suspenderat material, COD, fosfor, bly, koppar och zink.

Under 1975-1977 undersöktes dagvattnets sammansättning och dess föroreningskällor i fyra områden i och utanför Göteborg. De föroreningskällor som studerades var luftens sammansättning, stoftnedfall, nederbördens sammansättning samt korrosionen av metallerna järn, koppar och zink. Till de studerade föroreningarna hörde suspenderat material, COD, fosfor, kväve, sulfat, klorid med flera. I mätområdena registrerades också temperatur och fuktighet. Samband mellan dagvattnets föroreningar och föroreningskällorna kunde visas, liksom mellan korrosionshastigheterna och de klimatiska och luftkemiska förhållandena.

Under 1976 och 1977 gjordes också en undersökning av haltnivåerna för 17 tungmetaller och olika organiska komponenter, bland andra PCB, DDT med derivat, HCB och PAH (bens-a-pyrén), i dagvattnet och i nederbörden. De flesta halter befanns vara ganska låga jämfört med avloppsvatten. Haltnivån för PAH var relativt hög. Det atmosfäriska nedfallet bidrog starkt till dagvattnets innehåll av flera av metallerna och av PAH.

I samband med huvudundersökningarna har ett flertal mindre studier gjorts, bland andra av sammansättningen hos dagvatten från hustak och gator, av sammansättningen hos snö samt av gatsopningens effektivitet.

För projektet finns en referensgrupp bestående av Sören Hallquist, GRYAAB och Lars Thorell, SNV.

Vilka resultat har projekten lett fram till?

Projekten har lett fram till nya kunskaper om hur dagvattnet är sammansatt och om dagvattnets föroreningskällor. Tidigare forskningsresultat rörande dagvattnets sammansättning (P Lisper, G Söderlund och H Lehtinen) har kompletterats samt styrkts eller vederlagts. Kunskaper om det atmosfäriska nedfallet och korrosionens storleksordningar och betydelse för dagvattnet har tillskapats. Haltnivåerna för en stor mängd kemiska komponenter i dagvattnet och det atmosfäriska nedfallet har bestämts.

Vilka praktiska tillämpningar har forskningsresultaten fått?

Vid de utredningar och bedömningar av dagvattnets volym och sammansättning samt inverkan på recipienter och reningsverk som görs av kommuner och andra används de rapporterade forskningsresultaten jämte tidigare undersökningsresultat. Omfattningen härav är okänd.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom undervisningen?

Delar av forskningsresultaten har meddelats inom undervisningen vid de tekniska högskolorna, vid Nordiska hälsvårdshögskolan, vid STF-kurser, vid efterutbildning för ingenjörer i Norge och Danmark, vid kursen "Datorberäkningar av dagvattensystem" vid CTH.

Vilka tillämpningar har forskningsresultaten fått inom annan forskning?

Delar av forskningsresultaten används vid forskningen inom de övriga tekniska högskolorna i Sverige samt i Helsingfors. Forskningsprojekt rörande modellering av dagvattnets föroreningar i Norge (NIVA), Tyskland (Dorsch) och England (Stevenage) har använt sig av data från projekten. Den teknik för mätning av föroreningskällor som utvecklats inom projekten tillämpas för närvarande inom forskningsprojekt vid de tekniska högskolorna i Lund och i Helsingfors. Projektet "Förorening av dagvatten" vid CTH kommer att direkt tillämpa resultat från projekten.

Vilka tillämpningar förväntas forskningsresultaten få i framtiden?

Forskningsresultaten förväntas, i kombination med resultaten från andra projekt, komma att utgöra det väsentliga underlaget för bedömning av dagvattnets sammansättning i samband med åtgärdsplanering etc.

Vad återstår från forsknings- och utvecklingssynpunkt för att resultaten skall få praktisk tillämpning?

Tre moment återstår för att forskningsresultaten skall få full tillämpning

- 1) fördjupad analys av resultaten (kommer att genomföras som doktorsavhandling)
- 2) kunskap om hur föroreningarna lösgörs från ytor och transporteras på ytor och i ledningar (forskningsprojekt pågår)
- 3) mätningar på olika ställen i Sverige för att verifiera de erhållna resultaten.

Hur kan forskningsresultaten bäst föras ut till brukarna?

Forskningsresultaten förs bäst ut till brukarna genom kurser och seminarier av olika slag samt genom brukarrapporter. En sådan, avseende dagvattnets föroreningshalter i olika områden i Norden, kommer att utarbetas under våren 1979. En brukarrapport om prognostisering av dagvattnets sammansättning utgående från föroreningsskällorna kan tas fram när ytterligare forskningsresultat erhållits.

Vilka råd och riktlinjer kan forskningsresultaten ligga till grund för?

Forskningsresultaten kommer att ligga till grund för olika råd och anvisningar inom dagvattenområdet, till exempel åtgärdsplanering för befintliga områden, lokalt omhändertagande av dagvatten, planering av dagvattensystem.

3.6.2 Förorening av dagvatten

Projektledare

Gilbert Svensson

Beskrivning av forskningsprojektet

Projektet utgör en naturlig fortsättning av BFR-projektet "Dagvattensammansättningens beroende av nederbördsburna föroreningar och deras korrosiva inverkan på byggnader".

Projektets syfte är att utarbeta en beräkningsmodell för föroreningar i dagvatten vilken kan kopplas till befintliga kvantitativa dagvattenmodeller. Beräkningsmodellen skall möjliggöra beräkning av föroreningsbelastningen från bebyggda områden dels för enstaka avrinningar dels för längre perioder.

För att genomföra projektet behövs en fördjupad studie av:

- a) nederbörds- och avrinningsprocessens betydelse för lös-görning och transport av föroreningar från olika yttyper
- b) transporten av föroreningar i ledningsnätet.

Arbetet består dels av en teoretisk genomgång av de fysikalisk-kemiska processer som styr urtvättningen och transporten av föroreningar från en yta dels uppställning av beräkningssamband med vilka föroreningstransporten kan simuleras. Beräkningssambanden kommer att arbetas in i en befintlig kvantitativ dagvattenmodell och testas på sammansatta avrinningsområden.

Nyttiggörande av forskningsresultaten

Projektresultaten kommer att redovisas i form av en brukar-rapport för föroreningsmodellen och en doktorsavhandling för den teoretiska studien.

GEOHYDROLOGISKA FORSKNINGSGRUPPEN

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

FÖRTECKNING ÖVER PUBLICERADE OCH PLANERADE RAPPORTER FRÅN VERKSAMHETS-
HETS PERIODEN 1972-1978A) Geohydrologiska forskningsgruppens meddelandeserie:

- nr 1 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1972-07-01--1973-03-01). 1973. 100 sidor. 20:-- (Utgången).
- nr 2 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 1. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 67 sidor. 20:--.
- nr 3 Leif Carlsson: Grundvattenavsänkning Del 2. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av provpumpningsdata. 1973. 17 sidor. 15:--.
- nr 4 Viktor Arnell: Nederbördsräknare. En sammanställning av några olika mätartyper. 1973. 39 sidor. 15:-- (Utgången).
- nr 5 Viktor Arnell: Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926 - 1971. 1974. 68 sidor. 20:--.
- nr 6 Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01--1974-02-01). 1974. 167 sidor. 20:--.
- nr 7 Olov Holmstrand, Per O Wedel: Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. 1974. 55 sidor. 15:--.
- nr 8 Anders Sjöberg: Interim Report. Mathematical Models for Gradually Varied Unsteady Free Flow. Development and Discussion of Basic Equations. Preliminary Studies of Methods for Flood Routing in Storm Drains. 1974. 74 sidor. 20:-- (Utgången).
- nr 9 Olov Holmstrand (red.): Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. 1974. 38 sidor. 15:-- (Utgången).
- nr 10 Viktor Arnell, Börje Sjölander: Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. 1974. 53 sidor. 15:-- (Utgången).
- nr 11 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Dagvattnets beskaffenhet och egenskaper. Sammanställning av utförda dagvattenundersökningar i Stockholm och Göteborg 1969 - 1972. Engelsk sammanfattning. 1974. 46 sidor. 20:--.
- nr 12 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrologiska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, meddelande nr 12, 1975. 50 sidor. 15:--.

- nr 13 Viktor Arnell, Sven Lyngfelt: Nederbörds-avrinningsmätningar i Bergsjön, Göteborg 1973 - 1974. 1975. 92 sidor. 20:-.
- nr 14 Per-Arne Malmquist, Gilbert Svensson: Delrapport. Dagvattnets sammansättning i Göteborg. Engelsk sammanfattning. 1975. 73 sidor. 20:-.
- nr 15 Dagvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 33 sidor. 15:-.
Följande uppsatser ingår:
Arnell V. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet inom ett urbant område.
Lyngfelt S. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg.
Sjöberg A. CTH-ledningsnätmodell DAGVL-A.
Svensson G. Dagvattnets sammansättning, inverkan av urbanisering.
- nr 16 Grundvatten. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. 1976. 43 s. 15:-.
Följande uppsatser ingår:
Andréasson L, Cederwall K. Rubbningar av grundvattenbalansen i urbana områden.
Carlsson L. Djupinfiltration i slutna akviferer.
Torstensson B-A. Följder av grundvattensänkning inom lerområden.
Wedel P. Exempel på dränering av jordlager på grund av tunnelbyggande.
- nr 17 Olov Holmstrand, Per Wedel: Markvattenundersökningar i ett urbant område. 1976. 127 sidor. 25:-.
- nr 18 Göran Ejdeling: Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 19 Viktor Arnell, Jan Falk, Per-Arne Malmquist: Urban Storm Water Research in Sweden. 1977. 30 sidor. 15:-.
- nr 20 Viktor Arnell: Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. 1977. 64 sidor. 15:-.
- nr 21 Leif Carlsson: Reserapport från studieresa i USA samt deltagande i 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim, USA. 29 nov - 17 dec 1976. 1977. 61 sidor. 15:-.
- nr 22 Per O Wedel: Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. 1978. 130 sidor. 25:-.
- nr 23 Viktor Arnell: Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattensystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. 1977. 29 sidor. 20:-.
- nr 24 Leif Carlsson, Klas Cederwall: Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75. 1977. 17 sidor. 15:-.

- nr 25 Lars O Ericsson (red.): Lokalt omhändertagande av dagvat-
ten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01--
--1977-01-31. 1977. 120 sidor. 25:-.
- nr 26 Ann-Carin Andersson, Jan Berntsson: Kontrollerad grundvat-
tenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djup-
infiltrationsprojekt. 1979.
- nr 27 Anders Eriksson, Per Lindvall: Lokalt omhändertagande av
dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och
konstruktion av perkolationsanläggningar. 1978. 126 sidor.
25:-.
- nr 28 Olov Holmstrand (red.): Lokalt omhändertagande av dagvat-
ten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01--1977-11-30.
1978. 69 sidor. 20:-.
- nr 29 Leif Carlsson: Djupinfiltrationsstudier i Angered. 1978.
70 sidor. 25:-.
- nr 30 Lars O Ericsson: Infiltrationsprocessen i en dagvattenmo-
del. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. 1978.
45 sidor. 20:-.
- nr 31 Lars O Ericsson: Permeabilitetsbestämning i fält vid per-
kolationsmagasin. Dimensionering. 1978. 15 sidor. 15:-.
- nr 32 Lars O Ericsson, Stig Hård: Infiltrationsundersökningar i
stadsdelen Ryd, Linköping. 1978. 145 sidor. 25:-.
- nr 33 Jan Hällgren, Per-Arne Malmquist: Urban Hydrology Research
in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban
Hydrology Research. 1978. 14 sidor. 10:-.
- nr 34 Bo Lind, Göte Nordin: Geohydrologi och vegetation i Dalen
5, Karlskoga. 1978. 63 sidor. 25:-.
- nr 35 Eivor Bucht, Bo Lind: Metodfrågor vid naturanpassad stads-
planering - erfarenheter från studie i Karlskoga. 1978.
65 sidor. 25:-.
- nr 36 Under tryckning.
- nr 37 P-A Malmquist m fl. Papers on Urban Hydrology 1977-78.
99 sid. 20:-.
- nr 38 Viktor Arnell, P-A Malmquist, Bo-Göran Lindquist, Gilbert
Svensson: Uppsatser om Dagvattenteknik 1978. 30 sid. 15:-.

B) Publicerat material efter författare

Andersson A-C, Berntsson J, 1978. Kontrollerad grundvattenbalans genom djupinfiltration. En inventering av djupinfiltrationsprojekt. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 26, Göteborg. (Under utskrift).

Andersson A-C, Bergman G, Carlsson L, 1978. The influence of Underground Construction in Crystalline Rock on Groundwater Conditions and the Use of Artificial Recharge to Restore a Lowered Piezometric Surface. International Symposium on Water in Mining and Underground Works in Granada, Spain, 1978.

Andréasson L, 1973. Geohydrologisk forskning. Väg- och vattenbyg-garen nr 19, 1973.

Andréasson L, Cederwall K, 1976. Rubbningar av grundvattenbalansen i urbana områden. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgrup-pens, CTH, meddelande nr 16, Göteborg.

Arnell V, 1973. Nederbörds-mätare. En sammanställning av några oli-ka mätartyper. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelan-de nr 4, Göteborg.

Arnell V, Lyngfelt S, 1974. Litteraturstudie av modeller för be-räkning av dagvattenavrinning i urbana områden. Lägesrapport. Geo-hydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 6, Göteborg.

Arnell V, 1974. Intensitets-varaktighetskurvor för häftiga regn i Göteborg under 45-årsperioden 1926 - 1971. Geohydrologiska forsk-ningsgruppens, CTH, meddelande nr 5, Göteborg.

Arnell V, Sjölander B, 1974. Mätning av nederbördsintensiteter i Göteborgsregionen. Stationsbeskrivning. Geohydrologiska forsknings-gruppens, CTH, meddelande nr 10, Göteborg.

Arnell V, Lyngfelt S, 1975. Interimrapport. Beräkningsmodell för simulering av dagvattenflöde inom bebyggda områden. Geohydrolo-giska forskningsgruppen i samarbete med VA-verket i Göteborg, med-delande nr 12.

Arnell V, Lyngfelt S, 1975. Nederbörds-avrinningsmätningar i Berg-sjön, Göteborg 1973 - 1974. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 13, Göteborg.

Arnell V, Claesson L, Leopoldson U, 1975. Datorprogram för bear-betning av nederbördsdata och utvärdering av intensitets-varak-tighetsdiagram. CTH, vattenbyggnad, intern skrift nr 4, 1975.

Arnell V, 1976. Beräkningsmetod för analys av dagvattenflödet in-om ett urbant område. Uppsatser presenterade vid konferens om ur-ban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 15, Göteborg.

Arnell V, 1976. Tillämpning av en beräkningsmodell för dagvatten-avrinning i Bergsjöområdet, Göteborg. Seminarium om avrinning i urbana områden. BFRs program för geohydrologisk forskning. Insti-tutionen för teknisk vattenresurslära, LTH, 1976-04-27.

Arnell V, Lyngfelt S, 1977. Some results from Urban Runoff Studies in Bergsjön, Göteborg. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Arnell V, Falk J, Malmquist P-A, 1977. Urban Storm Water Research in Sweden. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 19, Göteborg.

Arnell V, 1977. Studier av amerikansk dagvattenteknik. Resa i december 1976. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 20, Göteborg.

Arnell V, 1977. Nederbördsdata vid dimensionering av dagvattenssystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. En inledande studie. 1977. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 23, Göteborg.

Arnell V, 1977. Nederbörd. CTH, vattenbyggnad, intern skrift nr 6, 1977.

Arnell V, 1978. Analysis of Rainfall Data for Use in Design of Storm Sewer Systems. Paper presented at International Conference on Urban Storm Drainage, Southampton, England 1978.

Arnell V, Lindquist B-G, Svensson G, 1978. Tekniska verken i Linköping beräknar flöden i dagvattenssystem med detaljerade beräkningsmetoder. Stadsbyggnad nr 10, 1978.

Arnell V, Lyngfelt S, 1978. Beräkning av dagvattenavrinning från urbana områden. YMER årsbok 1978.

Arnell V, 1978. Nederbördsindata vid dimensionering av dagvattenssystem med hjälp av detaljerade beräkningsmodeller. Datorberäkningar av dagvattenssystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Arnell V, 1978. CTH-modellen. Datorberäkning av dagvattenssystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Arnell V, 1978. Analys av dagvattenssystem i stadsdelen Lambohov i Linköping. Datorberäkningar av dagvattenssystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Berntsson J, 1978. Portryck kring VA-ledningar i lera. BFR R18: 1978.

Broms B, Carlsson L, Fredriksson A, 1976. Land Subsidence in Sweden due to Water Leakage into Deep-lying Tunnels and its Effects on Pile Supported Structures. 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim.

Bucht E, Carlsson L, Falk J, Hällgren J, Malmquist P-A, 1977. Dagvatten - resurs och belastning. SNV PM 873.

Bucht E, Lind B, 1978. Metodfrågor vid naturanpassad stadsplanering - erfarenheter från studie i Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 35, Göteborg.

Carlsson L, 1973. Grundvattenavsänkning. Evaluering av akviferers geohydrologiska data med hjälp av propumpningsdata. Del 1. CTH, VA-teknik, publ B73:2.

Carlsson L, 1973. Grundvattenavsänkning. Evaluering av lågpermeabla lagers hydrauliska diffusivitet med hjälp av propumpningsdata. Del 2. CTH, VA-teknik, publ B73:3.

Carlsson L, 1976. Djupinfiltration i slutna akviferer. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg, 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 16, Göteborg.

Carlsson L, Horkeby B, 1976. Transport, utspädning och fastläggning av föroreningar i grundvatten: föroreningstransport i grus och sand. Experimentella studier av adsorptionsförlopp av fosfor och vissa tungmetaller. CTH, VA-teknik, publ B76:4.

Carlsson L, Falk J, 1976. Urban Hydrologi, översikt av forskningsbehovet. CTH, VA-teknik, publ B76:6.

Carlsson L, Svensson G, 1977. Swedish Urban Hydrological Research. A Review. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Carlsson L, Carlstedt A, 1977. Estimation of Transmissivity and Permeability in Swedish Bedrocks. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Carlsson L, Kozerski B, 1977. Injection of Water into Wells for Investigation of Limited Aquifer. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Carlsson L, 1977. Reserapport från studieresa i USA samt deltagande i 2nd International Symposium on Land Subsidence in Anaheim, USA. 29 nov - 17 dec 1976. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 21, Göteborg.

Carlsson L, Cederwall, K, 1977. Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Geohydrologisk forskning vid CTH, Sektion V, under perioden 1972-75. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 24, Göteborg.

Carlsson L, 1977. Transport, utspädning och fastläggning av föroreningar i grundvatten: infiltration av avloppsvatten i Ånn, Jämtlands län. CTH, VA-teknik, publ B77:3.

Carlsson L, 1977. Grundvattenpåverkan genom infiltration av behandlat avloppsvatten vid Ånn, Jämtland. VATTEN nr 2, 1977, s 144-152.

Carlsson L, Falk J, 1977. Urban Hydrology in Sweden - an Inventory of the Problems and their Costs. Proceedings Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality. IAHS, publ No. 123.

Carlsson L, 1978. Djupinfiltrationsstudier i Angered. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 29, Göteborg.

Carlsson L, Ejdeling G, 1978. Estimation of Geohydrological Properties of Tectonic Zones in Hard Rocks by Using Artificial Recharge Tests and Numerical Modelling. Nordisk hydrologisk konferens i Helsingfors 1978.

Cederwall K, Holmstrand O, 1977. Local Infiltration of Storm Water. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Cederwall K, Hällgren J, Malmquist P-A, 1978. Forskning om dagvattnet och grundvatten i tätorter. FOU-plan för 1979/80. Stadsbyggnad nr 11, 1978.

Ejdeling G, Ericsson L O, 1977. Hydrogeologiska termer. CTH, Geologi, publ B90.

- Ejdelling G, 1978. Beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 18, Göteborg.
- Ericsson L O, 1977. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport från första verksamhetsåret 1976-02-01--1977-01-31. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 25, Göteborg.
- Ericsson L O, 1978. Bestämning av hydraulisk konduktivitet i sandiga jordar med hjälp av kornstorleksfördelningen och specifika ytan. CTH, Geologi, publ D39.
- Ericsson L O, Holmstrand O, 1978. Vattnets rörelse i den omättade zonen. Litteraturgenomgång. BFR-rapport R4:1978.
- Ericsson L O, 1978. Markvatten och vegetation i bebyggda områden. YMER årsbok 1978.
- Ericsson L O, 1978. Infiltrationskapaciteten som funktion av markens humushalt och kornstorlek. Geologiska inst. CTH/GU, publ B110.
- Ericsson L O, Hård S, 1978. Registrering av vattenhalten i markytan med hjälp av termovisionskamera. Geologiska inst. CTH/GU, publ B111.
- Ericsson L O, 1978. Infiltrationsprocessen i en dagvattenmodell. Teori, Undersökning, Mätning och Utvärdering. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 30, Göteborg.
- Ericsson L O, 1978. Permeabilitetsbestämning i fält vid perkolationsmagasin. Dimensionering. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 31, Göteborg.
- Ericsson L O, Hård S, 1978. Infiltrationsundersökningar i stadsdelen Ryd, Linköping. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 32, Göteborg.
- Eriksson A, Lindvall P, 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Resultatredovisning av enkät rörande drift och konstruktion av perkolationsanläggningar. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 27, Göteborg.
- Geohydrologiska forskningsgruppen, 1977. Dagvatten och grundvatten - huvudvärk för tätorterna? Broschyr 1977.
- Hansbo S, Torstensson B-A, 1975. Ronneby omskolningscentrum. Ett studium av sättningar i skiktad lera. Väg- och vattenbyggaren nr 8-9, 1975.
- Holmstrand O, Wedel P O, 1974. Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 7, Göteborg.
- Holmstrand O, 1974. Seminarium om ingenjörsgelogiska kartor. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 9, Göteborg.
- Holmstrand O, Wedel P, 1974. Ingenjörsgelogiska kartor - litteraturstudier. Geologiska institutionen CTH/GU, publ A5.

Holmstrand O, Svensson Ch, 1976. Naturgeografiska förhållanden inom Nissans avrinningsområde. Geol. inst. CTH/GU, publ A6. (Särtryck ur "Vattenvårdsplan för Nissans avrinningsområde").

Holmstrand O, Wedel P, 1976. Ingenjörsgelogiska kartor. XII Nordiska geologiska vintermötet, Göteborg 1976.

Holmstrand O, 1976. Markvattenundersökningar i ett urbant område. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 17, Göteborg.

Holmstrand O (projektledare), 1977. Uranbrytningens miljöpåverkan. Utredning genomförd på uppdrag av Energikommissionen. Stencil.

Holmstrand O, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering för planering och byggande. Byggmästaren nr 6/1977.

Holmstrand O, Wedel P, 1977. Ingenjörsgelogisk kartering. Redovisning av i första hand jordlager och grundvatten. Geol. inst. CTH/GU, publ A17.

Holmstrand, O (red), 1977. Elva dagar i Island - en reseskildring. Geol. inst. CTH/GU, publ B82.

Holmstrand O (red), 1978. Lokalt omhändertagande av dagvatten. Delrapport nr 2 från perioden 1977-02-01--1977-11-30. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 28, Göteborg.

Holmstrand O, 1978. Regnvatteninfiltration i stadsområden. YMER årsbok 1978.

Holmstrand O, 1978. Infiltration. Datorberäkning av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Horkeby B, Malmquist P-A, 1977. Mikroämnen i dagvatten. SNV PM 926.

Horkeby B, Malmquist P-A, 1977. Microsubstances in Urban Storm Water. Proceedings Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality. IAHS publ No. 123.

Hård S, 1977. Infraröd fotografering. Geologiska inst. CTH/GU, publ D37.

Hällgren J, Malmquist P-A, 1978. Urban Hydrology Research in Sweden 1978. Swedish Coordinating Committee for Urban Hydrology Research. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 33, Göteborg.

Lind B, Nordin G, 1978. Geohydrologi och vegetation i Dalen 5, Karlskoga. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 34.

Lundgren J, 1978. SWMM. Datorberäkningar av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Lundgren J, 1978. STORM. Datorberäkningar av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Lyngfelt S, 1976. Resultat av mätningar i Göteborg avseende nederbördsavrinning. Seminarium om avrinning i urbana områden. BFRs programgrupp för geohydrologisk forskning/Institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH, 1976-04-27.

Lyngfelt S, 1976. Nederbörds-avrinningsstudier i Bergsjön, Göteborg. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 15, Göteborg.

Lyngfelt S, 1977. Urban Hydrologi - Avrinning. CTH, vattenbyggnad, intern skrift nr 7, 1977.

Lyngfelt S, 1978. An Analysis of Parameters in a Kinematic Wave Model of Overland Flow in Urban Areas. Inst. för vattenbyggnad, CTH, Report Series B:13.

Lyngfelt S, 1978. Dagvattenavrinning - beräkningsmetodik. Datorberäkningar av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

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

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

Malmquist P-A, 1975. Dagvattenforskning i USA och Canada. Studieresa oktober 1975. CTH, VA-teknik, publ C76:1.

Malmquist P-A, 1975. Heavy Metals in Urban Storm Water. A Study of Sources and Transport. International Conference on Heavy Metals in the Environment, Toronto.

Malmquist P-A, Svensson G, 1975. Tungmetaller i dagvatten. Studium av tungmetallkällor i ett bostadsområde. VATTEN nr 3, 1975, s 213-222.

Malmquist P-A, 1976. Dagvattnets föroreningskällor. Nordforsk 13:e symposium om vattenforskning. Institutionen för VA-teknik, CTH, publ. A78:1.

Malmquist P-A, 1976. Planeringsmodeller och föroreningsmodeller. Seminarium om avrinning i urbana områden. BFRs programgrupp för geohydrologisk forskning/Institutionen för teknisk vattenresurslära, LTH, 1976-04-27.

Malmquist P-A, Svensson G, 1977. Åtgärder mot dagvattenförorening. VATTEN nr 2, 1977, s 153-166.

Malmquist P-A, Svensson G, 1977. Urban Storm Water Pollutant Sources. Proceedings Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality. IAHS publ No. 123.

Malmquist P-A, 1978. Regnvatten - ett föroreningspöblem? YMER årsbok 1978.

Malmquist P-A, 1978, Atmospheric Fallout and Street Cleaning - Effects on Urban Storm Water and Snow. The Ninth IAWPR Conference 1978.

Malmquist P-A, 1978. Gatsopning kan förbättra dagvattnet. Miljö i Sverige nr 5-6, 1978.

Rogbeck J, 1978. Laboratorieundersökning av fiberduksfilter för infiltrationsbrunnar. Geologiska inst. CTH/GU, publ B119.

Svensson G, 1976. Dagvattnets sammansättning, inverkan av urbanisering. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 15, Göteborg.

Svensson G, 1976. Planeringsmodeller för dagvatten. CTH, VA-teknik, publ C76:2.

Svensson G, Malmquist P-A, 1977. Water Budget for a Housing Area in Göteborg. Proceedings Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality. IAHS publ No. 123.

Svensson G, 1977. Some Aspects on Urban Runoff Quality Modelling. Geohydrological Research at the Chalmers University of Technology, Göteborg. BFR Document D17:1977.

Svensson G, 1978. Planning models for the evaluation of storm water alternatives. Nordisk hydrologisk konferens i Helsingfors 1978.

Svensson G, 1978. Föroreningar i dagvatten. Datorberäkning av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Svensson G, 1978. Planering av avloppssystem med datormodeller. Datorberäkning av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Sjöberg A, 1974. Interim Report. Mathematical Models for Gradually Varied Unsteady Free Flow. Development and Discussion of Basic Equations. Preliminary Studies of Methods for Flood Routing in Storm Drains. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 8, Göteborg.

Sjöberg A, 1976. CTH-ledningsnätmodell DAGVL-A. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 15, Göteborg.

Sjöberg A, 1976. Beräkning av icke-stationära flödesförlopp i reglerade vattendrag och dagvattensystem. Inst. för vattenbyggnad, CTH, meddelande nr 87.

Sjöberg A, 1978. On Models to be Used in Sweden for Detailed Design and Analysis of Storm Drainage Systems. Inst. för vattenbyggnad, CTH, Report Series B:12.

Sjöberg A, 1978. Om beräkning av flöde i dagvattenledningar. Datorberäkning av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Sjöberg A, 1978. Jämförelse mellan olika dagvattenmodeller. Datorberäkningar av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Sjöberg A, Lundgren J, 1978. Manual för ILLUDAS. Datorberäkningar av dagvattensystem. Kurs av Geohydrologiska forskningsgruppen, CTH, 1978.

Sällfors G, 1975. Preconsolidation Pressure of Soft, High-Plastic Clays. Inst. för geoteknik, CTH, doktorsavhandling 1975.

Tekniska högskolorna i Göteborg, Lund, Luleå och Stockholm, 1977. Om regnet kommer. Kunskapsbehov inom dagvattenområdet. VATTEN nr 3, 1977, s 231-236.

Torstensson B-A, 1975. Pore Pressure Sounding Instrument. ASCE Conference on In-Situ Measurements of Soil Properties, Raleigh 1975.

Torstensson B-A, 1975. Mätning av lerans portryck ger uppgifter om sättningar. Byggmästaren nr 8, 1975.

Torstensson B-A, 1976. Följder av grundvattensänkning inom lerområden. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 16, Göteborg.

Torstensson B-A, 1977. The Pore Pressure Probe. Baugrundtage in BRNO 1977.

Urbaniseringsprocessen inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1972-07-01--1973-03-01) Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 1, Göteborg.

Urbaniseringsprocessens inverkan på ytvattenavrinning och grundvattenbildning. Lägesrapporter (1973-03-01--1974-02-01). Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 6, Göteborg.

Wedel P, 1976. Exempel på dränering av jordlager på grund av tunnelbyggande. Uppsatser presenterade vid konferens om urban hydrologi i Sarpsborg 1975. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 16, Göteborg.

Wedel P, 1978. Grundvattenbildning, samspelet jordlager och berggrund. Exemplifierat från ett försöksområde i Angered. Geohydrologiska forskningsgruppens, CTH, meddelande nr 22, Göteborg.

Wedel P, 1978. Geohydrologiska forskningsgruppens vid Chalmers tekniska högskola forskning kring vattnet i staden. YMER årsbok 1978.

Westin L, 1977. Miljömässiga aspekter på dagvattenhantering. Litteraturgenomgång. BFR-rapport R94:1977.

C) Pågående och planerad rapportskrivning från verksamheten
t o m 1978

Slutrapport för markvattenprojektet (Ericsson L O).

Slutrapport för Halmstadsprojektet (Holmstrand O).

Slutrapport för Bratthammarprojektet (Holmstrand O, Lindvall P).

Sammanfattande slutrapport för projektet Lokalt omhändertagande av dagvatten. (Holmstrand O, Lindvall P).

Slutrapport för projektet Djupinfiltration (Andersson A-C).

Slutrapport för projektet Planeringsmodeller för dagvatten (Svensson G).

Slutrapport för projektet Dagvattnets föroreningskällor (Malmquist P-A).

Lokalt omhändertagande av dagvatten. Preliminär redovisning av kunskapsläge samt råd till brukare (Holmstrand O, Lindvall P).

Delrapport från Torslandaprojektet - tillämpning av NIVA-modellen (Svensson G).

Nederbördens varaktighet och mängd vid Lundby i Göteborg 1921-39 (Arnell V).

Dagvattenstudier i stadsdelen Ryd i Linköping 1976-77 (Arnell V) (Slutrapport).

Description and Test of the Chalmers University of Technology Urban Runoff Model (Arnell V).

Slutrapport för projektet beräkningsmodeller för prognos av grundvattenförhållanden i bebyggelsepåverkade områden (Ejdeling G).

Manual för ILLUDAS (Sjöberg A, Lundgren J).

D) Examensarbeten av särskilt intresse inom forskningsområdet.Institutionen för VA-teknik

Eriksson, K, Jakobsson, G, 1972. Infiltration av avloppsvatten i Sveg. Ex.arb. 72:8. Handledare Leif Carlsson.

Roos, K, et al 1972. Salt grundvatten västgötaslätten. Ex.arb nr 72:11. Handledare Leif Carlsson.

Gustavsson, G, Johansson, C G, 1974. Grundvattnets förekomst i Visingsöformationen. Ex.arb. nr 74:2. Handledare Leif Carlsson.

Persson, S O, Ericsson, B, 1974. Fluor i berggrundsvattnet i ett område omkring Mariestad. Ex.arb. nr 74:3. Handledare Leif Carlsson.

Johansson, B et al, 1974. Grundvattenkemi inom kambrosilurbergarterna i Billingen-Falbygden. Ex.arb. nr 74:5. Handledare Leif Carlsson.

Lundholm, I, Löfgren, P, 1974. Grundvattenkemiska undersökningar inom Kinnekulles sedimentära berggrund. Ex.arb. nr 74:8. Handledare Leif Carlsson.

Storm, B, Pherson, N, 1975. Dagvattenföroreningar i Högsbo industriområde. Ex.arb. nr 75:5. Handledare Gilbert Svensson.

Ingård, K, Redig, L, 1975. De suspenderade ämnenas fördelning i en dagvattenledning. Ex.arb. 75:12. Handledare Gilbert Svensson och Per-Arne Malmquist.

Lanngren, A, 1976. Tunnetalläckage till Kärrafjärden. Ex.arb. nr 76:3. Handledare Leif Carlsson.

Blom, L, Ängfors, K, Östergren, O, 1977. Beräkning av dagvattenflöden från stora avrinningsområden med hjälp av matematiska beräkningsmodeller. Ex.arb. 77:3. Handledare Gilbert Svensson och Viktor Arnell.

Dalberg, K, 1977. Gaturen hållningens betydelse för dagvattnets förorening. Ex.arb. nr 77:4. Handledare Per-Arne Malmquist.

Britsman, R, Petersson, I, 1978. Vattenbalansen i Häggumsområdet, Skaraborgs län. Ex.arb. 78:1. Handledare Leif Carlsson.

Carlsson, B, Wängsell, C, 1978. Dagvatteninventering i Gullmarsfjärden. Ex.arb. 78:3. Handledare Per-Arne Malmquist.

Lindqvist, J, Manhem, P, 1978. Djupinfiltration av vatten i jord - en modellstudie. Institutionen för VA-teknik. Ex.arb. nr 78:8.

Institutionen för geologi.

Ängdahl M, 1975. Bestämning av infiltrationskapacitet i främst lerjordar inom Angered, Göteborg. C-kursarbete 1975. Publ. B 49. Handledare Olov Holmstrand.

Wallenås L, Wallgren B, 1975. Jordartskartering av delen Sandsjöbacka i Göteborgs grundvattenkors. Ex.arb. 1975. Publ. B 51. Handledare Chester Svensson.

Karlsson H, Skoglund L, 1976. Jordartskartering inom delen Härskogen i Göteborgs grundvattenkors. Ex.arb. 1976, Publ. B 71. Handledare Chester Svensson.

Ericsson B, Gustavsson Å, 1977. Geoelektrisk undersökning i delen Harestad i Göteborgs grundvattenkors. Ex.arb. 1977. Publ. B 84. Handledare Chester Svensson.

Lind B, 1977. Kvartära avlagringar och geohydrologiska förhållanden i Halmstad. C-kursarbete 1977. Publ. B 85. Handledare Olov Holmstrand.

Sunesson, B, Thorén B, 1977. Perkolationsmagasin i Bratt- hammar, Göteborgs kommun. Förutsättningar och driftserfarenheter. Ex.arb. 1977. Publ. B 95. Handledare Olov Holmstrand.

Axelsson M, 1977. Infiltration i kristallint berg, kompletterande undersökning i Angered, Göteborg. Ex.arb. 1977. Publ. B 96. Handledare Per Wedel.

Liedholm M, Nygren I, 1977. Geologi- och grundvattenförhållanden i Ätrans dalgång vid Ulricehamn. Ex.arb. 1977. Publ. B 101. Handledare Chester Svensson och Olov Holmstrand.

Hagman L, Ingre P, 1977. Hydrogeologisk inventering av delar av Sandsjöbackaområdet i Göteborgs grundvattenkors. Ex.arb. 1977. Publ. B 102. Handledare Chester Svensson.

Enocksson C G, Magnusson P, 1978. Tillämpning av en geohydrologisk beräkningsmodell inom Kärradalen, Hisingen, Göteborg. Ex.arb. 1978. Publ. B 113. Handledare Göran Ejdeling.

Olsson J-A, Sääf L-S, 1978. Bestämning av hydraulisk konduktivitet i markens omättade zon. En jämförelse av några enkla metoder i Nolered, Torslanda. Ex. arb. 1978. Publ B116. Handledare Lars O Ericsson.

Kaufmann H, Roine D, 1978. Bestämning av hydraulisk konduktivitet i markens omättade zon. En jämförelse av några enkla metoder i Härskogen. Ex. arb. 1978. Publ B

Institutionen för vattenbyggnad.

Janis, S, 1972. Dagvattenstudier i Bergsjön. Ex.arb. 1972:10. Handledare Viktor Arnell.

Andersson, S, Svensson J, 1973. Analys av dagvattenavrinningen från ett stadsdelsområde. Ex.arb. 1973:5. Handledare Viktor Arnell.

Norrgård, H, Nordberg P-Å, 1974. Enhetshydrografens tillämpning på urbant område. Fältundersökning: Dagvattenavrinning i Bergsjön. Ex.arb. 1974:6. Handledare Viktor Arnell och Sven Lyngfelt.

Andersson, M, Strömvall L, 1975. Test av avrinningsmodell mot data från två urbana områden i Göteborg och Oslo. Ex.arb. 1975:7.Handledare Viktor Arnell.

Hægerström I, Ryberg M, Melin H, 1976. Dagvattenstudier i Linköping. Ex.arb. 1976:1. Handledare Viktor Arnell.

Eriksson, M, Svensson, K, Cedergårdh, P, 1976. Infiltrationsanläggning i Halmstad. Ex.arb. 1976:2. Handledare Sven Lyngfelt, Olov Holmstrand, Per-Arne Malmquist.

Johannison, T, Lindblad, T, 1977. Kalibrering av mätöverfall för mätning av flöden i nedstigningsbrunnar. Ex.arb. 1977:3. Handledare Viktor Arnell.

Nordenmark F, 1972. Dagvattenavrinning i Åkered. Ex.arb. 1972:5. Handledare Viktor Arnell.