

O.

O-53/71

FORSLAG TIL PRA-FORSKNINGSPROGRAM

Gruppe 4 - Transportsystemer

Kontaktinstitusjon: NTH

Forskningsprosjekt:

PRA 12 - Systemanalyse av avløpsanlegg.

Saksbeh.: J.J. Kvisengen

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Februar 1971

1. GENERELT

Vi viser til "Kort systemanalyse", NIVA, november 1970. Denne utredningen tar sikte på å belyse noe nærmere de tekniske aspekter i en systemanalyse, samtidig som det redegjøres for de planer som hittil foreligger for den praktiske gjennomføringen av forskningsprosjektet, f.eks. tidsplan, bemanning og kostnader.

Etter våre vurderinger tror vi det er riktig at analysen inndeles i to faser:

- a) I den første fasen klarlegges de parametre som et avløpssystem (kloakkanlegg) består av, både med tanke på de fysiske komponenter og hvordan utformingen av disse sammen med de variable hydrologiske, hydrauliske, kjemiske og biologiske faktorer bestemmer systemets funksjonsdyktighet.

Denne første fase bør ta sikte på at faktorenes innbyrdes avhengighet blir belyst og at denne avhengigheten søkes analysert ved hjelp av matematiske modeller. I enkelte tilfeller kan det tenkes at det ikke blir nødvendig med en matematisk modell for å klargjøre problemstillingen og gjennomføre den praktiske delen av et forskningsprosjekt.

Man vil ved utgangen av denne første fase ha konkretisert en rekke forskningsprosjekter, forhåpentligvis de fleste gjennom en beskrivelse med matematiske modeller.

- b) I den andre fasen tas det sikte på å utprøve de matematiske modeller som allerede er utviklet, eller en utvikling av de modeller som ikke er formulert gjennom teoretiske betrakninger, ved hjelp av aktuelle måleresultater.

Til dels regnes det med å benytte resultater fra PRA 1, eventuelt fra "Databanken", men omfattende målings- og analysearbeid må man regne med er så særegen for denne systemanalyse at det må utføres spesielt for dette forskningsprosjektet.

2. TEKNISKE VURDERINGER

2.1 Ledningssystemet

Som oftest vil systemet bestå av grøft, vannledning, spillvannsledning og overvannsledning. Det er i hovedsaken to systemer å velge mellom

- separatsystem
- kombinertsystem

Regner man bare med de kostnader som inngår til selve grøft- og ledningsarbeidene, er det realistisk å regne med at kostnadene blir 20-30 % høyere om man velger separatsystem fremfor kombinertsystem. I prosent blir meromkostningene mindre for fjellgrøfter sammenliknet med jordgrøfter.

Hvorvidt man skal velge de separate system fremfor det kombinerte, avhenger av mange faktorer, hvorav de fleste kan vurderes i kostnader.

Der man har utløp i åpne fjordsystemer med god utskifting, synes det idag realistisk å regne med mekanisk rensing som nødvendig og på kort sikt tilstrekkelig behandling av avløpsvannet. Man vil ved valg av type avløpssystem måtte vurdere nøye

- økonomien
- total forurensningsmengde
som resipientbelastning.

Det er her rimelig å anta at økonomiske betrakninger kommer såvidt i forgrunnen at det kombinerte avløpssystem velges.

Der resipienten er mere ømfintlig for forurensningsbelastning må man regne med mekanisk + biologisk og/eller kjemisk rensing før utslipp.

Her kan hensynet til resipientens totale forurensningsbelastning være den dominerende faktor i valg av avløpssystem. Men dette betyr ikke nødvendigvis at man velger det separate avløpssystem. Forurensningsbelastning fra regnvannsoverløp er med økende urbaniseringsgrad kommet sterkt i spikelyset.

Valg av type avløpssystem vil ofte avhenge av nedbørfeltets utnyttelse. Med en antatt arealutnyttelse vil sammenhengen mellom total forurensning og fortynningsgrad kunne avgjøres ved valg av enten separatsystem eller kombinertsystem. Av stor betydning er å få vite hvilke mengder infiltrasjonsvann man bør regne med.

Nettets funksjon er bestemt av en rekke fysikalske forhold som er karakteristiske for nedbørfeltet. Vi nevner

- nedbør
- grunnutnyttelse
- fallforhold
- geometriske forhold
- boligforhold
- grunnforhold
- klima

Man bør huske på at selv om ledningsnettet blir både utbygd og utbedret, vil man alltid ha en del av et ledningssystem som er eldre og erfaringsmessig av dårlig kvalitet. Derfor bør mengde infiltrasjonsvann ses i forhold til type lednings- og skjøtemateriell og anleggets alder. På dette felt foreligger lite opplysninger.

Innenfor problematikken omkring valg av ledningssystem hører også valg av tunnel kontra grøft/pumpestasjon.

2.2 Pumpestasjoner

Dimensjoneringskriteriene for pumpestasjonen blir ulike avhengig av om stasjonen betjener et kombinert- eller et separatsystem. Hva ulikheten består i og hvor mye det utgjør i kostnader, gjenstår å klarlegge. Særlig stor vil kostnadsforskjellen bli dersom det av resipienthensyn ikke er tilrådelig å anlegge et overløp før innløp til pumpestasjon.

Av spesiell interesse vil det være å belyse hvordan pumping kan kombineres med magasinering (pkt. 2.4).

2.3 Overløp

Man står ofte overfor problemstillingen

- Lokale utslipp med mindre renseanlegg eller
- Avskjærende ledninger med sentralt renseanlegg

Resipientvurderingene kommer her sterkt inn i bildet.

I begge tilfeller kan man utføre beregninger av den totale forurensningsmengde som tilføres resipienten. Disse beregninger vil variere avhengig av om systemet består av separat- eller kombinertsystem.

Det er feilaktig, uten videre å anta at man nødvendigvis tilfører resipienten mindre forurensningsmengder ved å anlegge et separatsystem

fremfor et kombinertsystem. For å illustrere dette kan vi eksempelvis tenke oss at forurensningsparameteren er BOF_5 . Vi antar at BOF_5 er 10 ggr. høyere for spillvann enn for overvann. Settes renseanleggets effekt til 90% og den gjennomsnittlige avrenningen av regnvann til avløpsystemet til 40% i et urbanisert område med boligtetthet 70 pers/ha, vil man kunne beregne resipientbelastningen ut fra to forutsetninger:

- Separatsystem. Spillvann renser 90%.
Overvannet går urensset til resipienten.
- Kombinertsystem. Avløpsvannet renser 90%.
Fordrøyningsmagasin.

Resultatene viser at selv med en så lav kritisk fortynningsfaktor for overløpet på $n = 2$, vil den samlede BOF_5 av avløpsvannet til resipient ligge omlag 8% høyere ved bruk av separatsystem fremfor bruk av kombinertsystem. Ved økende kritisk fortynningsfaktor for overløp øker dette tall. Ved $n = 3$ blir tallet omlag 15%.

Forurensninger som blir tilført resipienten i løpet av en regnperiode, har ikke konstant intensitet. Målinger fra Detroit's sentrum 1949 viste at BOF_5 -verdiene varierte fra 234 til 96 mg/l i løpet av et $2\frac{1}{2}$ times regnvær. Dvs. at overvannet i begynnelsen av regnperioden viste seg her å være like forurensset som spillvann.

BOF_5 er kanskje ikke alltid den rette forurensningsparameter, men eksemplet illustrerer at i sterkt urbaniserte områder må man stille et spørsmålstegn ved riktigheten av å anlegge separatsystem.

2.4. Magasiner (fordrøyning)

For å redusere forurensningen av resipienten kan det føres inn fordrøyningsmagasiner i systemet. I et separatsystem kan overvannet ledes til slike bassenger. Fra bassengene føres overvannet med regulert vannføring inn på renseanlegg. Mye kan tale for at overvannets forurensninger er av en slik karakter at det kreves separate renseprosesser for spillvann og

overvann.

Ved et kombinertsystem kan overløpsvannet helt eller delvis føres til fordrøyningsmagasin. Fra magasinet føres siden vannet inn på renseanlegget med regulert vannføring. Her vil det neppe ha noen hensikt med en separat renseprosess.

Fordrøyningsmagasin kan muligens utføres som en oppdimensjonering av rørsystemet oppstrøms renseanlegget, men man vil da eventuelt få problemer med sedimentering. Det er avløpet i den første fase av en regnperiode som helst bør passere renseanlegg. I regnperiodens siste fase kan det være forsvarlig å la overvannet eller det kombinerte avløpsvann gå direkte til recipient.

I disse spørsmål kommer økonomien sterkt inn i bildet. Overslagsberegninger viser at dimensjonene på et fordrøyningsbasseng vil bli meget store, og anlegget meget kostbart dersom alt regnvann skal kunne holdes tilbake.

Skal det imidlertid kunne sies noe mer om disse spørsmål, må man få adskillig bedre kunnskap om hvordan avløpsvannets intensitet og kvalitet varierer i løpet av en regnperiode fra forskjellige nedbørfelt der alle nødvendige parametre er klartlagt.

2.5 Renseanlegg

a) Overvannets innvirkning på renseprosessene.

Det har vist seg i praksis at biologiske anlegg er sårbare for sjokkbelastninger av overvann. Imidlertid er det ikke foretatt noen planmessig forskning på området. Disse ukontrollerte sjokkbelastninger av avløpsvann som i alt vesentlig skyldes infiltrasjonsvann i utette

spillvannsledninger ved nedbør, er en side av saken som man vet lite om. De virkninger en regulert hydraulisk belastning av avløpsvann fra et fordrøyningsmagasin i et kombinert ledningssystem har på en renseprosess er heller ikke klarlagt.

Avløpsvannet som går via fordrøyningsmagasinet vil stort sett inneholde overvann. Men den form for overvann som føres til sluk i et urbanisert område, vil ha en ganske annen sammensetning enn infiltrasjonsvann.

En annen variabel som kommer inn i bildet er de ulike renseprosessene. Den biologiske prosess for fjerning av organisk stoff kan i mange tilfeller bli utelatt til fordel for kjemisk/fysiske prosesser som i første omgang tar sikte på å fjerne næringsstoffer. De ulike prosessene vil utvilsomt reagere forskjellig på store hydrauliske belastningsvariasjoner.

b) Separate eller felles renseanlegg for ulike typer avløpsvann

Etter hvert som det på grunn av den økende urbanisering og med variert aktivitet i nedbørsfeltet vil bli mer aktuelt å gå til rensing av overvannet, vil det sannsynligvis tvinge seg fram egne renseanlegg som er spesielt konstruert til å fjerne forurensninger så som f.eks. tungmetaller, suspenderte stoffer og bakterier. Generelt kan man tenke seg at et separat ledningssystem krever separate renseanlegg, mens ved et kombinert ledningssystem er spørsmålet med separat eller felles renseanlegg mer åpent. Kanskje avhenger svaret her av i hvilken grad avløpsvannet som går til fordrøyningsmagasin har karakter av overvann eller spillvann.

2.6 Resipientbelastning

Det er mange problemer forbundet med å forutsi langtidsvirkningene i en

resipient av utslipp av avløpsvann med en bestemt sammensetning og i en bestemt mengde. Hadde dette vært mulig, ville det vært enklere å kombinere målsettingen for en recipient med kravene til et renseanlegg.

Man kan også foreta mange feilvurderinger i forsøk på å fastsette kvalitetskrav til recipienten på noe lengre sikt.

Imidlertid vil man etter hvert skaffe seg erfaring og bedre forståelse for hva de ulike typer recipienter kan tåle av forurensninger. Man må ikke tape av synet at det er den totale forurensningsmengde og -intensitet som belastes recipienten, som er hovedfaktoren i avløpsproblematikken.

Ved beregning av den totale forurensning vil ventelig hovedfaktorene være type av ledningssystem, renseanlegg og grad av urbanisering.

2.7 Sammendrag

Det er her ikke gjort noe forsøk på å klassifisere, systematisere eller på annen måte søke å finne fram til konkrete forskningsprosjekter. Det vil bli det naturlige neste trinn i denne systemanalyse.

Imidlertid får man ved en slik diskusjon av de viktigste faktorer som inngår i et avløpssystem en god oversikt over hvor de største problemene ligger. Videre synes det klart at nødvendigheten av å vurdere hele transportsystemet er stort. Man vil da ha mulighet for å se transportproblematikken i sammenheng med arbeidsoppgaver innen andre grupper av PRA-prosjektet. Spesielt viktig blir vel samarbeidet med gruppe 1 "Avløpsvannets sammensetning og mengde" og med gruppe 2 "Rensing av avløpsvann, stabilisering og avvanning av slam".

Hovedmålsetningen for prosjektet må være å finne fram til metoder for en numerisk behandling og vurdering av hele avløpsanleggets funksjon. Funksjonsmessig skal et avløpsanlegg gi årsak til minst mulig forurensning for en rimelig insats av tekniske tiltak.

3. TIDSPLAN

Som nevnt innledningsvis, synes det naturlig å inndele systemanalysen i en teoretisk og planleggende del og siden i en praktisk del med feltarbeid og databearbeiding. I den siste delen vil tidsplanen til en viss grad være avhengig av når måledata fra gruppe 1 vil være tilgjengelig; men i stor grad vil også, som nevnt, egne måleprogrammer spesielt beregnet på dette prosjekt, måtte iverksettes.

I første rekke synes det realistisk å ta sikte på å få avsluttet den teoretiske delen innen utgangen av 1972. Denne første del kan naturlig deles i to:

- a) En detaljert beskrivelse av aktuelle forskningsprosjekter.
Litteraturstudier.
- b) Utarbeiding av teoretiske avhengighetsforhold mellom relevante parametre med utvikling av matematiske modeller der dette synes praktisk ønskelig.

4. BEMANNING

Det regnes med en bemanning på fire personer, alle på deltid. Dette må være den natrige arbeidsroutine hvis et slikt prosjekt tas opp ved NIVA.

Arbeidsgruppens oppsetting og arbeidsområde:

Sivilingeniør 1. Ansvarlig daglig prosjektleder. Holder nødvendig

kontakt med andre arbeidsgrupper innen PRA-prosjektet, som arbeider med beslektede arbeidsoppgaver. Bidrar til rapportutarbeiding og til publikasjonsvirksomhet.

Sivilingeniør 2. Samarbeider med prosjektleder i utarbeiding av forskningsoppgaver og matematiske modeller. Ansvarlig for bearbeiding av data fra aktuelle målestasjoner. Bidrar til rapportutarbeiding og til publikasjonsvirksomhet.

Teknisk assistent. Ansvarlig for opprettelse og vedlikehold av nødvendige målestasjoner. Ansvarlig for innhenting av måledata. Assisterer i bearbeiding av data i den grad tiden tillater.

EDB-spesialist. Konsulent under utarbeiding av matematiske modeller. Modellene må gis en slik form at anvendelse av EDB i størst mulig grad kan muliggjøres ved den praktiske utnyttelsen av prosjektsultatene.

5. KOSTNADER

Det synes realistisk på det nåværende tidspunkt bare å utføre kostnadsoverslag for det arbeid som inngår under fase 1. På et noe senere tidspunkt vil det kunne avgjøres hvor mye feltarbeid som må utføres spesielt for dette prosjekt og således belastes dette prosjekts budsjett, og hvor mye data som kan innhentes fra andre PRA-prosjekter.

Post	Beskrivelse	År	
		1971	1972
<hr/>			
1. Personale.			
1.1 Sivilingeniør 1, deltid (kr.12000/mnd)		40.000.-	60.000.-
1.2 " 2, "	"	50.000.-	80.000.-
1.3 Teknisk assistent, deltid (kr.9000/mnd)		20.000.-	40.000.-
1.4 EDB-spesialist, deltid (kr.9000/mnd)		10.000.-	20.000.-
2. Instrumentering, utstyr		10.000.-	10.000.-
3. Diverse utgifter		10.000.-	10.000.-
Sum total		140.000.-	220.000.-

Blindern, 16.2.1971