

Om PRA-prosjektene

- Transportsystemer
- Utslipp av forurenset vann i resipienter

Av *Åsmund Bøyum*

Åsmund Bøyum er dosent ved Institutt for vassbygging, NTH.

Foredrag holdt i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 24. mars 1977.

Økonomisk ramme

I avløpsteknikken henger transportsystemer og renseanlegg funksjonsmessig nøye sammen. Hvordan transportsystemet planlegges, bygges og drives har den største betydning for et renseanleggs virkemåte og effektivitet. Den mest dominerende rollen har transportsystemet imidlertid når det gjelder økonomien, i og med at anslagsvis 80% av totalkostnadene for et avløpsanlegg ligger på transportsiden.

Av de 30 mill. kroner som ble bevilget til PRA-prosjektene gikk ca. 6 mill. kroner, eller 20 %, til transportsystemer og utslipp. Dette er ikke nevnt for å antyde et misforhold, men det kan tjene til å understreke nødvendigheten av en påbygging av forskningsaktiviteten innen feltet avløpsanlegg.

Avløpssystemer

Prosjektene vedrørende transportsystemer kom fort i gang. PRA 4.6

«Systemanalyse av avløpsanlegg» kom ut med brukerrapport PRA 1 allerede i 1975. Den hydrauliske modellen er et godt redskap til å beregne flomvassføring i ledninger, til å dimensjonere ledninger og til å finne hoveddimensjoner på overløp og fordrøyningsbasseng. Et slikt har lenge vært savnet. De manuelle metodene er lite nøyaktige og forholdsvis tidkrevende. Til gjengjeld gir de resultater som ligger godt på den sikre siden. Den hydrauliske modellen er for øvrig tatt i bruk i mange land allerede.

Forurensningsmodellen gir mulighet til beregning av total forurensningsbelastning på hovedresipient og naturmiljøet i det området som avløpsplanen betjener. Utgangspunktet er at det ikke er gitt hvilket avløpsystem som er det beste på de ulike steder (det er nokså vanlig å anse separatsystemet som gunstigst i en hvilken som helst situasjon). Fellessystemet og separatsystemet — eller et spillvannssystem kombinert med et «halvt» overvannssystem — stil-

ler egentlig likt. PRA-modellen (også kalt NIVA-modellen, Lindholm-modellen) har siviling. O. Lindholm ført videre i sitt dr.-ing. arbeide ved NTH. Det er her skapt en metode til å beregne avlastningsmengde, fordrøyningsvolum og hoveddimensjoner på renseenhetene, og til å finne den økonomisk optimale løsning når tillatt forurensningsbelastning er satt, alt for de ulike avløpssystemene.

Vi har allerede nevnt begrepene avlastning og fordrøynning. I prosjekt PRA 4.5 «Fordrøyningsbasseng og regnvannsoverløp», er det utviklet metoder for dimensjonering og visse prinsipper for utforming av disse viktige elementene i et avløpsanlegg.

Her har vi imidlertid et merkelig forhold. Systemanalyse og fordrøyningsbasseng har nå vært kjente begreper i flere år, og begge representerer en nytenkning. Fordrøyningsbasseng medfører åpenbare fordeler, men ennå er det såvidt en kjenner til ikke bygget et eneste fordrøyningsbasseng her i landet.

Man forestiller seg kanskje et fordrøyningsbasseng som et stort underjordisk kammer eller en fjellhall. Nødvendig volum er imidlertid langt mindre enn det man tenker seg, da full utjevning av en flomtopp ikke trengs. Det er de første kubikkmetrene fra et regnskyl som det er mest om å gjøre å fange opp. Etter min mening bør derfor fordrøyningen bygges inn i selve ledningene, f. eks. ved en utvidelse av stammen på en kortere strekning — eller med flomregulerende innretninger i selve ledningen, i spesielle tilfeller kombinert med tilsetting av kjemiske stoffer som øker transportevnen.

Bakgrunnsmateriale for systemanalysen

De to modellene er en matematisk analyse ved hjelp av EDB, basert på målte data og en del forutsetninger og antakelser. Resultatet av analysen er derfor ikke bedre enn det grunnlagsmaterialet den bygger på.

Stadig bedre inngangsdata trengs. De fire prosjektene

- PRA 4.1 «Data for korttidsnedbør»,
- PRA 4.2 «Avrenningsforhold i urbane områder»,
- PRA 4.7 «Undersøkelse av urbant avrenningsvann og forhold vedrørende overløp»,
- PRA 4.10 «Valg av modellregn»,

vil alle bidra med materiale som gjør systemanalysen hensiktsmessig for store deler av landet.

Det viktigste ved disse prosjektene er at de fremskaffer *dimensjoneringsdata* for avløpsanlegg og opplysninger om *overvannet som forurensende faktor*. Det siste er i seg selv et nytt moment i avløpsteknikken, idet overvann tidligere har vært betraktet som «rent» vann som kunne utnyttes til fortykning av kloakkvannet. Fortynningsbetraktningen kan fortsatt til en viss grad gjelde for næringsstofferne fosfor og nitrogen — men ikke uten videre hva organisk stoff, suspendert stoff og tungmetaller som bly angår.

Fra anleggs- og bygningsbransjen vet vi at f. eks. bruer og veger, tak og gulv må bygges for å tåle kjente påkjenninger. Slik må også ledninger og renseanlegg dimensjoneres for

kjente belastninger. Her har hittil en altfor stor grad av antakelser fått gjøre tjeneste som dimensjoneringsgrunnlag.

Ledningsanlegg — utførelse og kontroll

Når belastningen er kjent og dimensjonering er foretatt, gjelder det å utføre anlegget slik at det tåler denne belastningen i hele funksjonsperioden, som selvsagt ikke kan settes kortere enn funksjonsperioden for den bebyggelsen som ledningsanlegget betjener. Da det her gjelder anlegg som i sin helhet ligger under bakken, må varigheten være minst 50 år.

Dette bringer oss over på neste gruppe av prosjekter, de som går direkte på ledningenes utførelse.

I prosjekt *PRA 4.3 «Ledningsmaterie-riell og ledningsarbeider»*, ble det tidlig klart at man sto overfor et felt med svært mye upløyd mark hva forskning angår. Det ble derfor ganske stor bredde over dette prosjektet, men for enkelte deler av det har man også gått langt i dybden. Man har tatt for seg lekkasjevannets betydning, ulike rørtypers evne til å motstå ytre belastning, nødvendigheten av anleggs- og funksjonskontroll, rehabilitering og øvrig istandsettelse av eldre, dårlige ledninger, og det er ikke minst lagt arbeid i å samle inn materiale om undersøkelser av eksisterende ledningsnett og om erfaringer for øvrig i kommunene med bygging og drift av avløpsanlegg. Uten å gå i detalj skal det allerede nevnes at ledningsnett for avløpsvann må ha vært et aldeles forsømt kapittel i all offentlig utbygging her i landet.

I løpet av prosjektperioden er det opprettet *referansefelter* for bruk av plastledninger, der ledninger lagt under nøye spesifiserte betingelser blir undersøkt med hensyn på tetthet, deformasjon og øvrige funksjonsforhold. Parallelt med denne delen av prosjektet, opprettet i Oslo i samarbeide med Oslo Vann- og Kloakkvesen, ble prosjekt *PRA 4.9 «Legging og fundamentering av stive rør»* gjennomført. Prosjektene har hatt felles styringskomité, der et par representanter også har vært medlemmer av hvert prosjekts arbeidsgruppe.

Belastningsforsøk både med fleksible og stive rør synes å ha underbygget den klassiske jord- og trafikkbelastningsteori, og de har vist hvilke sikkerhetsmarginer man har ved foreskrevet praktisk utførelse. Ved f.eks. bruer og bygninger har man til alle tider operert med sikkerhetsfaktorer mot sammenbrudd. Skulle det ikke også være på tide at sikkerhetsfaktorene ved rørlagging ble bedre kjent? For hvert av prosjektene er det utgitt omfattende prosjektrapporter hvor dette er gitt stor plass.

De øvrige prosjektene på transportsiden er viet helt spesielle problemer. *PRA 4.4 «Slitasje i avløpsledninger»* har vist at begrepet kritisk hastighet alene ikke er relevant. Det er transportert sandmengde som har den største betydning for slitasjeforløpet.

Selvrensningsproblemet er tatt opp i *PRA 5.4 «Selvrensning i avløpsrør»*. Ikke bare selvrensende hastighet er bestemmende for en lednings transportevne. Det er andre fysiske størrelser som tilsammen danner de nød-

vendige kriterier for å bestemme om ledningen er selvrensende eller ikke.

Prosjekt *PRA 4.8 «Tetthetsprøving av avløpsledninger»* tar opp spørsmål omkring tetthetsprøve-metodene, og det er dessuten eksempel på en direkte materialkontroll.

Alle disse prosjektene om materiell og utførelse har vist nødvendigheten av en

- omvurdering av slitasjespørsmålet og selvrensningsbegrepet for ledninger,
- holdningsendring til alt som angår legging, fundamentering og kontroll av ledninger.

Utslipp av forurenset vann i resipienter

Utleddning av avløpsvann på stort dyp for dermed å utnytte resipientens evne til spredning og fortykning, vil alltid stå sentralt i avløpsteknikken og forureningsproblematikken. Enten man renser eller ikke ender man bl.a. opp med en fortykningsbetragtning (terskelverdier).

Av hensyn til nærmiljøet må selv sagt alt avløpsvann føres bort fra fjæresteinene, men bygging av lange utløpsledninger er likevel en forholdsvis ny teknologi her i landet. Man hadde ingen tradisjon å bygge på da de første lange utløpsledningene ble lagt i begynnelsen av 1960-åra. Uten nevneverdig teoretisk og praktisk viten satte man i gang, og dette har ført til at veiledende erfaringer og underbygde teorier er blitt tatt imot med åpne armer. Forskningsprosjektene

- *PRA 5.1 «Ytre krefter på utslippsledninger»*,

- *PRA 5.2 «Undersøkelser av eksisterende utslipp»*,
- *PRA 5.3 «Luftansamling i utløpsledninger»*,
- *PRA 5.4 «Selvrensning i rør»*,
- *PRA 5.5 «Spredanordning og avløpsvannets primærfortyning»*,
- *PRA 5.7 «EDB-program for avløpsvannets primærfortyning»*,

i perioden 1971—77 kom derfor ikke ett år for tidlig.

Med feltundersøkelser har man fått materiale nok til en statistisk bearbeiding av årsakene til driftsforstyrrelser og havarier. Det er klart at driftsproblemene må reduseres mest mulig, og sikkerheten mot oppflying, forskyvning og brudd garanteres for anlegg på så store dyp som det her er snakk om.

Prosjektene har tatt opp sentrale problemer i denne sammenheng, og det virker som om de hittil utgitte brukerrapportene er blitt flittig anvendt.

Det siste spørsmålet man så må stille seg før avløpsvannet overlates helt til seg selv, er:

- Vil avløpsvannet bli innlagret under sprangsjiktet i resipienten?
- I tilfelle resipienten ikke har merkbart sprangsjikt, hvilken fortykning vil man da ha — eller rettere sagt, hvilken dybde må utløpet ligge på for at fortykningen skal bli tilstrekkelig — når avløpsvannet stiger opp til overflaten?

De to siste prosjektene vil bli et redskap til å kunne foreta de beregninger som gir svar på disse spørsmålene.

Prosjektene betydning for undervisningen

Den som har ansvaret for planlegging av avløpssystemer, legging av ledninger og bygging av dyputslipp — og som ikke har hatt mulighet til å fornye sine kunnskaper i nevneverdig grad i løpet av de siste 5 åra — vil finne en god del som bryter med ens oppfatning når PRA-rapportene studeres nærmere. Dette er noe som for så vidt kjennetegner alt faglig fremskritt, og det ville være sterkt å beklage dersom PRA-prosjektene ikke var kommet i gang.

I undervisningen på NTH er PRA-rapportene blitt flittig brukt. Dette gjelder spesielt rapportene vedrørende avløpssystem, ledningsfunksjon og utslippsanordninger. Det materialet som her er lagt fram har ført til at endel av lærebokstoffet har måttet revideres. Dette bygger jo i stor utstrekning på utenlandsk litteratur. Prosjektene har også i en viss grad banet vei for nye idéer og prinsipper i forhold til hva som kommer fram i utenlandske lærebøker.

Arbeidet med ledningsprosjektene har betydd en nyskaping for VA-

faget. Ledningsteknologi har vist seg å bli et nødvendig element i vår fremtidige undervisning.

Det legges i dag anslagsvis 1300 km avløpsledninger hvert år her i landet (når man tar med alt til offentlige ledninger, til det som veivesenet og industrien benytter og til private anlegg med dimensjoner lik og større enn 150 mm). Ifølge myndighetenes målsetting for utbygging og omlegging/utskifting av avløpsnett fram til århundreskiftet, vil denne takten neppe avta de første 10 åra. Dette stiller avgjort visse krav om ekspertise på ledningssektoren.

Rensning av avløpsvann var rett nok den røde tråd i hele forskningsprogrammet PRA. Men hva hjelper det å rense for den ene milliarder etter den andre dersom effekten skulle bli like dårlig som hittil, vesentlig grunnet dårlig ledningsnett? Det blir derfor mer og mer nødvendig å vite hvor godt og sikkert ledningsnettet vil bli med hensyn på miljøpåvirkning, funksjon, sikkerhet mot feil, skader og brudd i hele ledningsnettets normale funksjonstid. Og her som ellers må forskning og undervisning gå foran.