

Funksjonsanalyse av avløpsnettet i Tønsberg

Modellberegninger

Av Harald A. Hansen og
Tomas Eidsmo

Harald A. Hansen er ansatt i Tønsberg kommune, Ingeniørvesenet,
Tomas Eidsmo er ansatt i InterConsult Group ASA

Innlegg på fagtreff 1. mars 1999

Historikk

Tønsberg kommune og Sem kommune ble i 1988 slått sammen til Tønsberg kommune. Tønsberg var tidligere en bykommune med 9 000 innbyggere og lite ledige arealer, mens Sem var en landkommune med 22 500 innbyggere og ledige utbyggingsarealer. Etter sammenslåingen har befolkningen i kommunen vokst til 34 100 innbyggere. Sentrumsområdene er relativt tett bebygd med store, tette flater, mens resten av kommunen er relativt spredt bebygd. Av industriområder finnes Åskollen med næringsmiddelindustri, Kaldnesområdet med mekanisk industri samt Gartnerhallen og Kilen-området med forskjellig industri, bedrifter og forretninger.

Sammen med kommunene Nøtterøy, Tjøme, Stokke og Våle/Ramnes har Tønsberg kommune dannet et interkommunalt selskap, Tønsbergfjordens avløpsutvalg (TAU) som driver renseanlegget på Vallø og tilførselsled-

ningene (det meste av det avskjærende nettet i Tønsberg kommune) fra Tønsberg, Nøtterøy, Stokke og Våle/Ramnes, inkludert seks sentrale pumpestasjoner. Renseanlegget og det avskjærende nettet ble bygget ut i perioden 1970–1980. Renseanlegget er dimensjonert for 60 000 pe.

Tønsberg kommune har cirka 225 km avløpsledning fordelt på 100 km separatsystem og 125 km fellessystem. Det er 35 avløpspumpestasjoner i kommunen og 120 overløp i drift. Hovedproblemet for renseanlegget på Vallø er for mye fremmedvann. Dette skyldes i hovedsak mange og små overløp som viderefører for mye avløpsvann, noe som igjen fører til overbelastning og forurensningsutslipp på uønskede steder.

Krav fra fylkesmannens miljøvernavdeling

I 1988 fikk kommunen krav fra fylkesmannen om å utarbeide en «overløpsrapport» hvor man skulle registrere, måle eller beregne videreførte vann-

mengder, samt utarbeide en tiltaksplan for overløp som viderefører for mye avløpsvann til renseanlegget. Senere kom det krav fra fylkesmannen om å utarbeide en saneringsplan for kommunen. Under arbeidet med saneringsplanen ble det klart at det var vanskelig å få oversikt over avløpssystemets virkelige funksjon, samt å vurdere ulike tiltak uten ved hjelp av en kalibrert beregningsmodell for avløpssystemet. Før man gikk videre med revidering av saneringsplan og kloakkrammeplan, ønsket man derfor å etablere en kalibrert modell over hovedavløpssystemet i kommunen ved hjelp av simuleringprogrammet Mouse.

De ulike prosjektfasene

For å få en god oversikt over problemstillingene og arbeidets omfang ble Mouse-prosjektet startet opp gjennom et forprosjekt. På dette grunnlaget ble målsettingen med prosjektet formulert og strategien for gjennomføring utformet.

Målsetningen med Mouse-prosjektet i Tønsberg ble formulert som følger:

- å kartlegge årstidsvariasjoner med hensyn på tilrenning til TAU renseanlegg, og øke kunnskapen om andel fremmedvann, total avlastning fra overløp og tap fra ledningsnett.
- å beregne avlastede spillvannsmengder ved pumpestasjon P9 Kilen, samt effekten av tiltak for reduksjon av forurensning.
- å beregne årlige avlastede forureningsmengder i hvert av kom-

munens overløp med en tilknytning på over 500 pe.

- å gjennom Mouse-beregninger få oversikt over hovedledningsnettets hydrauliske funksjon.
- å teste ut effekter av tiltak foreslått i saneringsplanen, samt revidere tiltak etter at ny kunnskap erverves.
- å optimalisere hovedavløpssystemet inkludert TAU-systemet med hensyn på utslipp og kostnader.

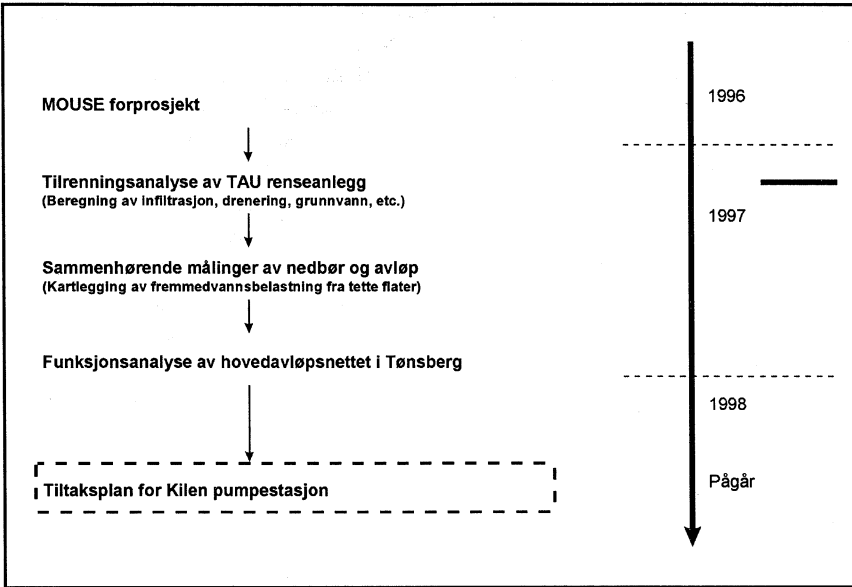
Etter at forprosjektet var avsluttet ble det gjennomført et hydrologisk studie av nedslagsfeltet til TAU renseanlegg for å beregne tilførsler av fremmedvann fra ikke-tette flater.

For å kartlegge belastningen av fremmedvann fra tette flater, og derigjennom spissbelastninger til avløpssystemet, ble det gjennomført et omfattende måleprogram sommeren 1997. Samtidig med dette ble det gjennomført befaringer og nivåmålinger av sentrale kummer og overløp. Det ble også gjennomført en synfaring og registrering av tette flater i utvalgte områder.

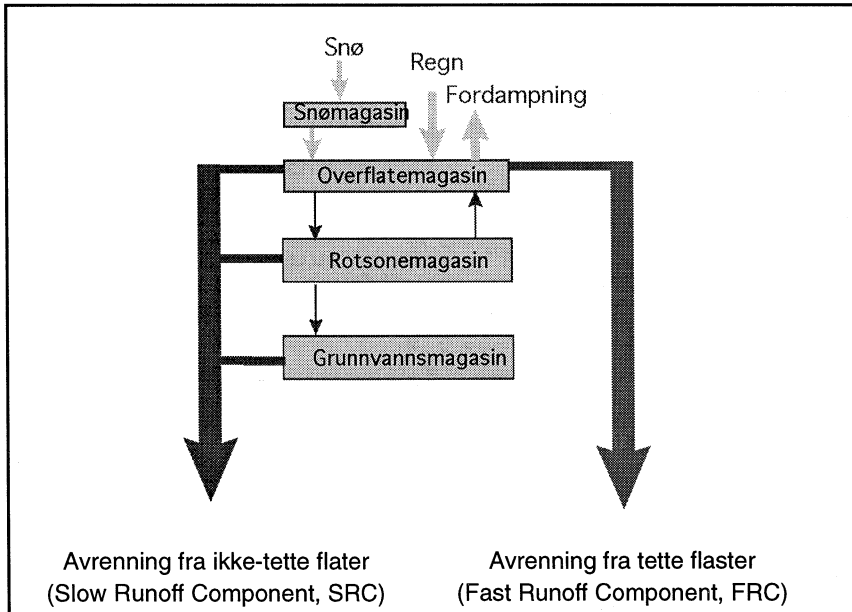
Etter dette, ble hovedprosjektet startet opp som et funksjonsstudie av hovedavløpsnett. Figur 1 illustrerer de ulike prosjektfasene.

Tilrenningsanalyse av TAU renseanlegg

En avgjørende faktor med hensyn på å etablere en troverdig og anvendbar modell over et avløpssystem er bruken av en god hydrologisk modell. Tid/areal-modellen vil ikke være tilstrekkelig god i de fleste norske avløpssystemer da innlekking og for eksem-



Figur 1. Mouse-prosjektets ulike faser



Figur 2. Oppbygning av den hydrologiske modellen MOUSE NAM

pel snøsmelting ofte er viktige faktorer for avrenningen fra et nedslagsfelt. I arbeidet med analysen av avløpssystemet i Tønsberg ble derfor karmodellen Mouse Nam benyttet. Nam er en hydrologisk karmodell som i tillegg til å simulere rask avrenning fra tette flater også simulerer snøsmelting og innlekking. Mouse Nam modellen er vist skjematisk på figur 2.

Avrenningen fra ikke-tette flater ble kalibrert mot innløpsmålinger fra TAU renseanlegg. Måleserien fra de fem siste årene ble benyttet i kalibreringsarbeidet. En slik kalibrering sikrer at også grunnvannsinntrenging og annen diffus innlekking tas hensyn til i arbeidet med modellen. Avrenningen fra tette flater ble kartlagt ved hjelp av det gjennomførte måleprogrammet.

Sammenhørende målinger av nedbør og avløp

Når man skal studere funksjonen til et avløpssystem, er man helt avhengig av omfattende og gode målinger på avløpsnett. Det er utelukkende ved å gjennomføre sammenhørende målinger av vannføring og nedbør man kan skaffe seg virkelig forståelse av belastningen på avløpsnett og dets funksjon. En viktig basis for det videre arbeidet med avløpssystemet i Tønsberg var derfor måleprogrammet som ble gjennomført i løpet av drøye to måneder sommeren 1997.

Gjennom en innledende gjennomgang av avløpsnett i kommunen, og dialog mellom kommunen og konsulenten, ble et måleprogram fastlagt. Det

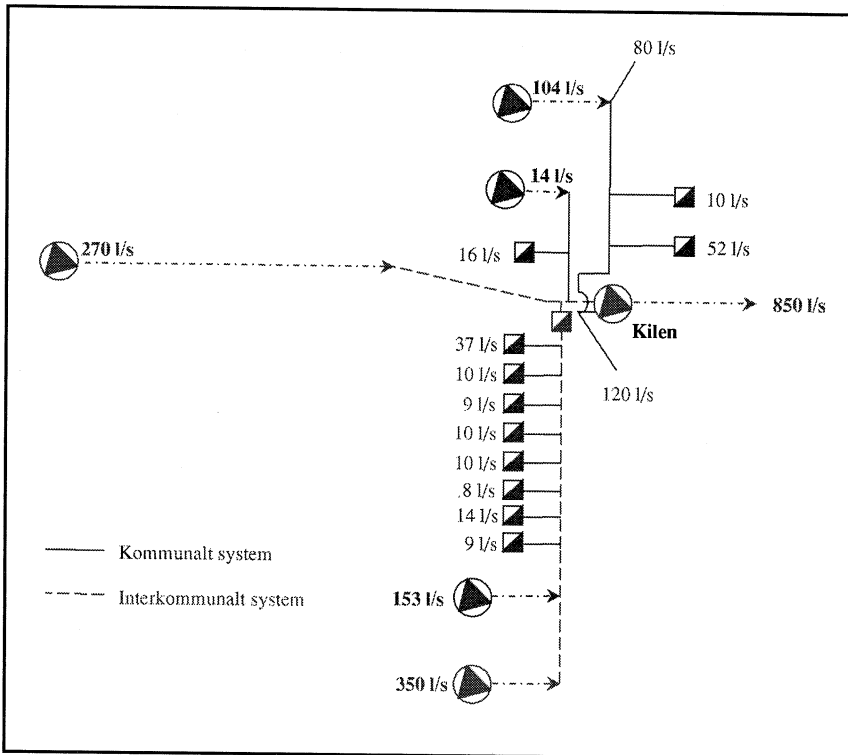
ble valgt å gjennomføre vannføringsmålinger i åtte punkter på nettet, tidspunkt for overløpsdrift ble logget i åtte av kommunens overløp, fire pumpestasjoner ble overvåket ved hjelp av pumpestasjonsloggere og nedbør ble registrert med en oppløsning på ett minutt ved hjelp av fire nedbørmålere. Til sammen var 24 målepunkter i drift i løpet av to måneder sommeren 1997. Resultatet fra måleprogrammet ble godt. Samtlige målere (med unntak av én pumpestasjonslogger som ble tatt av lynet) gav data fra hele perioden. En etterfølgende kvalitetssikring av måledataene konstaterte at målerne hadde fungert som forventet under hele perioden.

Dataene fra det gjennomførte måleprogrammet danner et viktig grunnlag for den etterfølgende modellering. Modellering av avløpsnett for beregning av forurensningsutslipp uten mulighet for kalibrering ved hjelp av måledata, må i beste fall anses som svært utilfredsstillende.

Når det foreligger gode måledata fra et avløpssystem, har man de beste forutsetninger for å lage en god modell over det samme avløpssystemet.

Funksjonsanalyse av hovedavløpsnett i Tønsberg

Ved hjelp av simuleringsverktøyet Mouse, ble det etablert en modell over hovedledningsnett i Tønsberg kommune. 38 av kommunens sentrale overløp og 13 av de viktigste pumpestasjonene er beskrevet i modellen.

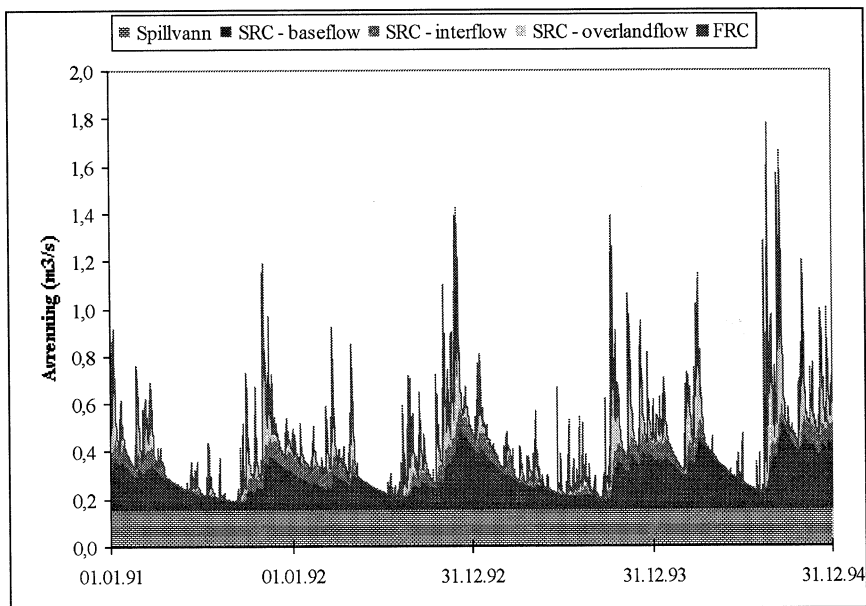


Figur 3. Skjematisk oversikt over området rundt Kilen pumpestasjon. De angitte vannmengdene tilsvarer de videreførte vannmengdene fra overløp eller pumpestasjoner ved et 2-års regn. Som man kan se av figuren, er tilførslene til Kilen pumpestasjon større enn stasjonens kapasitet.

Området rundt Kilen pumpestasjon (P9) ble viet spesiell interesse under modelleringsarbeidet. Problemene i dette området var en av de viktigste motivasjonene for å starte opp arbeidet med modellanalysen. P9 Kilen er overbelastet med fremmedvannsmengder, noe som har skapt oversvømmelser og utslipp av avløpsvann via overløp til Presterødkilen naturreservat. Området rundt Kilen pumpestasjon er vist skjematisk på figur 3.

Resultater

Etter at modellen var ferdig kalibrert, ble statusberegninger foretatt ved hjelp av Mouse Rtc. Rtc er en modell som benytter seg av lange meteorologiske serier (nedbør, temperatur, fordampning) som inngangsdata. Resultatene fra slike beregninger vil være årlig statistikk for utslipp eller oversvømmelser. Ved hjelp av Mouse Trap ad ble det mulig å simulere overløpsutslipp ikke bare som volum avløpsvann, men



Figur 4. Resultatet av kalibreringen av MOUSENAM mot innløpsmålinger ved TAU renseanlegg

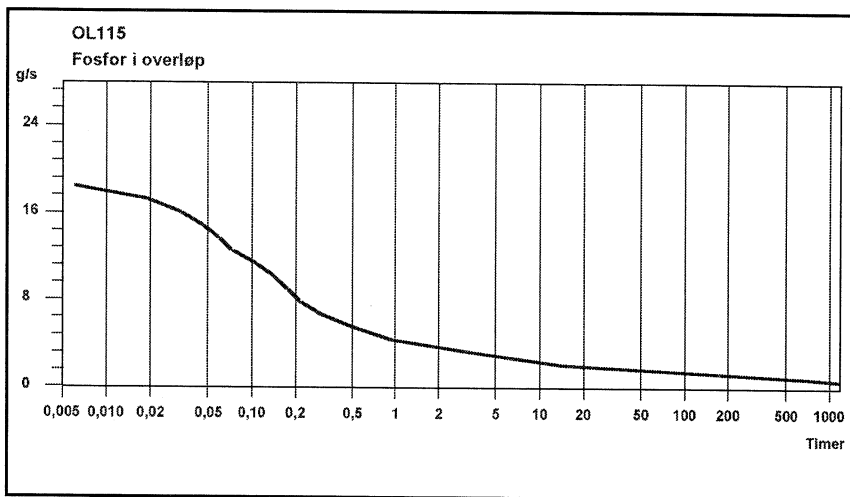
også som kilo fosfor. Dette skulle senere vise seg å være viktig da avløpsvann med svært ulik konsentrasjon av for eksempel fosfor blir ledet inn på det interkommunale systemet fra ulike deler av kommunen. Ved hjelp av Trap ad ble det mulig å teste ut tiltak som gav en økning i det totale overløpsutslippet i volum, men en reduksjon i fosforutslipp.

Beregningene viste at utslippene rundt P9 Kilen er på i gjennomsnitt 2,4 tonn fosfor årlig. Dette tilsvarer 75% av det totale overløpsutslippet i Tønsberg kommune. Utslippene skjer via kommunale overløp som ligger langs den avskjærende interkommunale ledningen, samt via nødoverløpene til P9.

Overløpsutslippene skyldes at avløpsvann stuves opp i den interkommunale ledningen og dermed ut via nærliggende overløp.

Utslipp på denne måten via kommunale overløp skjer hyppig, rundt 40 ganger årlig. I praksis kan man si at deler av det lokale ledningsnettverket fungerer som pumpestasjon for den interkommunale pumpestasjonen, og at åtte av de kommunale overløpene fungerer som avlastningsoverløp for Kilen pumpestasjon.

Årsaken til at utslippene rundt Kilen pumpestasjon er så store som de er, er at kapasiteten til pumpestasjonen er for liten i forhold til de vannmengdene som kommer inn til stasjonen, enten via an-



Figur 5. Varighetskurve for et av overløpene ved P9 Kilen. Kurven viser varigheten av utslippet fra overløpet som g fosfor/s. Varighetskurven som er vist er beregnet for 1987.

dre pumpestasjoner eller ved hjelp av selvføll. Under et 2-års regn er tilrenningen til pumpestasjonen på 1 280 l/s, mens kapasiteten er på 850 l/s.

Utslipet fra overløpene i Tønsberg kommune samlet er på tre tonn fosfor årlig. Av de 38 overløpene som ble studert, sto ni for 88% av utslippene. Åtte av disse overløpene ligger i området rundt Kilen pumpestasjon, og er i praksis ett og samme utslipp.

På figur 4 er resultatet fra kalibreringen av Mouse Nam-modellen mot innløpsmålinger ved TAU renseanlegg vist.

På figur 5 er varighetskurven for fosforutslippet fra et av overløpene ved P9 vist for et gjennomsnittså.

Tiltak

Beregningene har bekreftet at P9 Kilen er en betydelig flaskehals for av-

løpsvann fra Tønsberg og Nøtterøy. Utslipet fra P9 til Presterødkilen naturreservat utgjør 75% av Tønsbergs totale overløpsutslipp, og det er derfor naturlig å konsentrere framtidige resurser omkring dette området og se tiltak her i sammenheng med tiltak på renseanlegget.

Ulike tiltak for å redusere tilrenningen til Kilen pumpestasjon, og dermed utslippene fra overløpene rundt pumpestasjonen, ble simulert ved hjelp av den etablerte modellen. Effekten av tiltakene ble beregnet som reduksjon i årlig utslipp av fosfor.

Seks tiltak ble på bakgrunn av en nytte/kostnad-vurdering foreslått gjennomført. Disse seks tiltakene omfatter saneringstiltak, endring av pumpekapasiteter, separering av fellesområder, bygging av ny pumpeump for P9 Kilen, endring av videreført vann-

mengde fra overløp i kommunen og bygging av et nytt mindre avskjærende system.

Effekten av tiltakene ble beregnet til en reduksjon av fosforutslippet med 1,2 tonn per år eller 50% av dagens utslippsnivå. Dette gav en nytte/kost-

nad-verdi på mellom 1,4 og 1,5 kg fosfor/1 000 kr. En nytte/kostnad-verdi i dette området anses som svært god.

Tiltakene er nå under gjennomføring, og det er forventet at den positive effekten av tiltakene vil merkes på resipienten i starten av det nye årtusenet.