

A27279 - Åpen

# Rapport

## Verdien av en robust vannforsyning

Hvordan verdsette konsekvenser av brudd i drikkevannsforsyningen?

### Forfattere

Thor Bjørkvoll  
Arnt-Gunnar Lium  
Trond Halvorsen



Foto: Nina Wahlmann

**SINTEF Teknologi og samfunn**

Anvendt økonomi

2015-11-27

# Rapport

## Verdien av en robust vannforsyning

Hvordan verdsette konsekvenser av brudd i drikkevannsforsyning?

**EMNEORD:**

Verdsettelse

Vannforsyning

Oslo

**VERSJON**

Versjonsnummer

**DATO**

2015-11-27

**FORFATTERE**

Thor Bjørkvoll

Arnt-Gunnar Lium

Trond Halvorsen

**OPPDRAKSGIVER(E)**

Oslo VAV

**OPPDRAKSGIVERS REF.**

Lars Hem

**PROSJEKTNR**

102009882

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

32 (ingen vedlegg)

**SAMMENDRAG**

Utgangspunktet for denne rapporten var behovet for å kartlegge hvordan man bør gå frem for å vurdere verdien av tiltak som øker robustheten i vannforsyningen. Vi har gjennomgått norsk og internasjonal litteratur, samt den empiriske rapporteringen som gjøres i Norge.

Hovedfunnet er at det er gjennomført få studier av betalingsvilje for vannforsyning i velutviklede land. Studiene som finnes dekker i hovedsak husholdningene, og disse tar utgangspunkt i hypotetiske valg. Det er gjort svært lite forskning for å avdekke betydningen av robust vannforsyning for industri og næringsliv, og konsekvensutredninger etter faktiske hendelser har ikke gått i detalj på effekter for abonnentene.

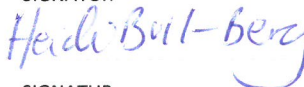
Forvaltere av kommunale vannforsyningsanlegg har dermed lite empiri å ta utgangspunkt i når de vurderer å investere for å øke robustheten i vannforsyningen.

**UTARBEIDET AV**

Trond Halvorsen

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Heidi Bull-Berg

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Frode Rømo

**SIGNATUR****RAPPORTNR**

A27279

**ISBN**

ISBN-nummer

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>VERSJONSBEKRIVELSE</b>
1	2015-10-26	Til sirkulasjon i forkant av arbeidsverksted 2. november 2015.
1.1	2015-11-27	Ferdig rapport.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Casebeskrivelse: Skullerudledningene.....	4
<b>2</b>	<b>Hva er en robust vannforsyning?</b> .....	<b>6</b>
2.1	Kvalitetskriterier for drikkevannsforsyningen.....	6
2.2	Hvor stort er problemet med avbrudd i vannforsyningen?.....	6
2.3	Virkemidler for å oppnå god forsyningssikkerhet.....	7
<b>3</b>	<b>Samfunnsøkonomisk lønnsomhet</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Hva sier litteraturen om betalingsvilje for bedre vannforsyning?</b> .....	<b>11</b>
4.1	Noen generelle trekk.....	11
4.2	Studier med relevans til Skullerud-caset.....	12
4.3	Et eksempel fra Norge.....	19
<b>5</b>	<b>Metoder for beregning av verdien av en robust vannforsyning</b> .....	<b>21</b>
5.1	Steg 1: Hva skal verdsettes?.....	21
5.2	Steg 2: Klassifisering av brukergrupper.....	21
5.3	Steg 3: Beregne betalingsvilje og konsekvenser av kvalitetsavvik.....	24
5.3.1	Hva betaler husholdningene for vannforsyningen?.....	25
5.3.2	Eksempel 1: Husholdning - En måneds kokekokeanbefaling.....	25
5.3.3	Eksempel 2: Husholdning - Fravær av vann.....	26
5.3.4	Eksempel 3: Kostnader for Oslo VAV.....	26
5.3.5	Eksempel 4: Priselastisitet.....	27
5.4	Steg 4: Totalvurdering av samfunnsnyttene.....	28
<b>6</b>	<b>Konklusjon og oppsummering</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>30</b>

## 1 Innledning

Denne rapporten ser på viktigheten av å ha robuste forsyningsnettverk i kommunal vannforsyning. Vi bruker et hypotetisk brudd i en hovedvannledning ut fra Skullerud vannbehandlingsanlegg i Oslo for å illustrere hvilke konsekvenser som kan oppstå for brukerne, og diskuterer metoder for å verdsette disse konsekvensene. Både vannavbrudd, kokeanbefaling og andre typer kvalitetsforringelser blir omtalt.

De fleste avbruddene i offentlig vannforsyning er varslede, relativt kortvarige, og berører få husstander og organisasjoner. Dette gjør at de får relativt lave konsekvenser for brukerne. Samtidig viser historien at ekstremhendelser kan inntreffe, og det er grunn til å tro at konsekvensene vokser raskt med varighet og omfang. Det er derfor viktig at planlegging, utbygging og vedlikehold av offentlig vannforsyning også tar hensyn til slike hendelser.

Hovedmålet med prosjektet har vært å utvikle metodikk for å muliggjøre gode beslutninger som sikrer en robust og kostnadseffektiv drikkevannsforsyning. Herunder har vi forsøkt å skaffe innsikt om behov for metodeutvikling for kartlegging, måling og estimering av den samfunnsøkonomiske kostnaden knyttet til tap av vannforsyning. En sentral del av arbeidet har vært å gjennomføre en litteraturstudie for å avdekke hvordan ulike metoder egner seg i faktisk anvendelse. Litteraturstudien oppsummeres i kapittel 4.

For å finne et uttrykk for forventningsverdien av fremtidig vannforsyning, eventuelt forventede kostnader av fremtidige brudd, må man kjenne både sannsynlighetene og konsekvensene. Denne rapporten konsentrerer seg primært om konsekvensberegning, og går ikke inn på estimering av sannsynligheter.

Rapporten er primært rettet mot fagpersoner og beslutningstakere innen offentlig vannforsyning. Vårt håp er at den vil være et nyttig utgangspunkt for diskusjoner rundt temaet. Per i dag vet vi lite om brukernes betalingsvilje for robust vannforsyning, og datagrunnlaget er svakt. Vi tror at økt oppmerksomhet rundt tematikken vil medføre at det utarbeides bedre empirisk datagrunnlag i fremtiden, noe som vil komme både forvaltningen og brukerne til gode.

Arbeidet med rapporten er finansiert av regionalt forskingsfond Hovedstaden. Vann og avløpsetaten i Oslo kommune (Oslo VAV) er prosjekteier. Samarbeidet med prosjekteier, representert ved sjefingeniør Lars Hem, har vært godt og nyttig. Vi er takknemlige for å ha fått muligheten til å arbeide med et tema som vi ser har stor samfunnsrelevans. Forfatterne mottok også innspill fra mange andre aktører under arbeidet. Vi ønsker spesielt å takke ansatte i vann- og avløpsetatene i Bergen, Bodø, Oslo, Tromsø og Trondheim kommune, samt Mattilsynet og Statistisk sentralbyrå. Ingen av disse står til ansvar for eventuelle feil og mangler.

I tillegg til denne rapporten er det også skrevet en søsterrapport, *Samfunnsøkonomisk optimale investeringer i robust drikkevannsinfrastruktur* (Lium m.fl. 2015), som beskriver en optimeringsmodell hvor kostnader ved brudd og kvalitetsforringelse inngår som del av beslutningskriteriene. Rapportene kan leses uavhengig av hverandre.

### 1.1 Casebeskrivelse: Skullerudledningene

For å begrense omfanget av rapporten har vi valgt å basere drøftelsene på et tenkt case hvor overføringsledningene fra Skullerud vannbehandlingsanlegg bryter sammen. En slik hendelse er ikke usannsynlig, og den vil kunne få både omfattende og langvarige konsekvenser dersom den skulle inntreffe. Vi ønsket å finne ut om dagens metodeverk for verdiberegning er velegnet for anvendes på et slikt tilfelle.

Skullerud vannbehandlingsanlegg produserer ca. 10 % av drikkevannet i det kommunale nettverket i Oslo. En hovedvannledning til sone 236 er identifisert som den mest kritiske i Oslo kommune i dag. KVV Ny Vannforsyning Oslo (2012) (SINTEF, 2012; unntatt offentligheten) fant at 21 000 – 33 000 innbyggere kan risikere å bli uten vann ved ledningsbrudd eller avstengning av denne ledningen. Oslo VAVs egne simuleringer viser at ca. 1600 innbyggere i Prinsdal, og noen boligområder i Munkerud, kan miste vannet i lang tid ved et stort brudd. Samtidig vil vann fra bydelene Nordstrand, Østensjø og Gamle Oslo bli ledet til Søndre Nordstrand, med konsekvens at ca. 136 000 personer (hvorav 45 000 representerer fremtidig befolkningsøkning) vil motta kokeanbefaling fra Oslo kommune.

Det er anslått at å reparere et eventuelt brudd i beste fall vil ta opp mot fem uker. Dersom bruddet skyldes steinras i tunellen som hovedvannledningene ligger i, må tunellen rassikres. Rassikring kan medføre at normal vannforsyning først gjenoprettes etter ti til tolv måneder (anslag fra ekstern rådgiver, 2014).

Selv uten brudd i vannledningene kan normal fortetting av befolkningen i Søndre-Nordstrand medføre at deler av Bjørndal får for lavt vanntrykk. Den begrensede kapasiteten i ledningen er også et hinder for utbygging av området Gjersrud-Stensrud, hvor det kan bli bygget 5 000 – 10 000 nye boliger mellom år 2020 og 2030.

Som et avbøtende tiltak vurderer Oslo VAV å legge en ny overføringsledning i tunell fra Skullerud vannbehandlingsanlegg til Enebakkveien. Byggingen av tunellen er kostbar, og det er derfor en viktig oppgave å vurdere en slik investering opp mot gevinsten man får i form av økt kapasitet og en mer robust vannforsyning.

## 2 Hva er en robust vannforsyning?

Med robust vannforsyning mener vi at vannforsyningen evner å opprettholde et normalt funksjonsnivå, selv når den utsettes for sjokk av negativ art. Sjokk er en samlebetegnelse for hendelser som potensielt kan påvirke vannforsyningen, for eksempel ledningsbrudd, trykkfall, og bakterieutbrudd. Det motsatte av en robust vannforsyning er en sårbar vannforsyning, altså en vannforsyning hvor relativt små hendelser kan få relativt store konsekvenser. En robust vannforsyning kjennetegnes også av høy *resiliens*. Resiliens er evnen til å returnere til normal tilstand etter at kvalitetsforringelse har inntruffet. Resiliens kan måles i både tid og kostnader som er nødvendig for å gjenopprette forsyningsevnen. Robusthet defineres altså uavhengig av sluttbrukerne, og vil derfor ikke bli påvirket av endringer i sammensetningen av abonnenter.

### 2.1 Kvalitetskriterier for drikkevannsforsyningen

Kvaliteten til vannforsyningen avhenger både av kvaliteten på drikkevannet som leveres og av leveranse kvaliteten. Kvaliteten til drikkevann kan vurderes etter flere ulike kriterier. Noen eksempler er farge, lukt, smak, turbiditet, konduktivitet, surhetsgrad, bakterier, hardhetsgrad, metaller og mineraler. Leveranse kvalitet omhandler, blant annet, trykket i ledningsnettet, trykket ved leveringspunkt, frekvensen av brudd og avstengninger, dvs. leveringssikkerheten, og restriksjoner i bruken av vannet, for eksempel forbud mot vanning av plen og bilvask.

Som en overordnet tilnærming velger vi å konsentrere analysen rundt tre ulike tilstandskategorier for vannforsyningen: normal vannforsyning, leveranse av vann som bør kokes før det kan konsumeres (kokeanbefaling) og ingen leveranse (brudd). Vannforsyningen er robust dersom den evner å opprettholde normal vannforsyning det meste av tiden.

### 2.2 Hvor stort er problemet med avbrudd i vannforsyningen?

En måte å anslå robustheten på er å se på hvor ofte det oppstår avbrudd i vannforsyningen. Det er Mattilsynet som er tilsynsmyndighet for offentlige vannverk. De samler inn årlige tall for vannforsyningen fra alle vannverk som forsyner minst 50 personer i en web-basert løsning kalt MATS (MAttilsynets TilsynsSystem). Informasjonen kvalitetssikres av Folkehelseinstituttet, som legger tallene inn i Vannverksregisteret og KOSTRA-databasen ved Statistisk sentralbyrå.

Rapporteringen for kommunal vannforsyning i 2014 viser at hver tilkoblede innbygger i gjennomsnitt opplevde ca. 30 minutter med planlagt avstengning, og ca. 10 minutter med ikke-planlagt avstengning, i vannforsyningen. For innbyggerne i Oslo er de tilsvarende tallene 26,4 minutter og 4,2 minutter. Oslo hadde 627 529 innbyggere tilknyttet kommunale vannverk (kilde: KOSTRA). Med andre ord opplevde innbyggerne i Oslo ca. 44 000 timer ikke-planlagt, og ca. 276 000 timer planlagt, avstengning (sum 320 000 timer).

Mattilsynet innhenter ikke tall for antallet brudd eller varigheten av de enkelte bruddene. Uten å kjenne til hvor mange personer som faktisk blir berørt av bruddene er det heller ikke mulig å beregne antallet og varigheten. Dette er problematisk fordi konsekvensbildet vil være veldig ulikt avhengig av om det er mange eller få avbrudd, og om de varer kort eller lang tid. Forvaltningen i de enkelte kommunene har formodentlig bedre oversikt over hvordan deres innbyggere berøres av avstengningene, men det finnes altså ikke noen sentral institusjon som har oversikt over dette aspektet ved vannforsyningen på nasjonalt nivå.

I Oslo var det 782 vannavstengninger i 2014 (Fagrappport VANN, 2014). 158 av disse tilfellene skyltes brudd i hovedledninger. 16 av bruddene medførte vannavstengning i mer enn 12 timer, og 1138 boenheter ble berørt av disse. Årsakene til leveransesvikt i 2014 var hovedsakelig ledningsbrudd og lekkasjer på ledningsnettet lokalt. Strømbrydd, pumpevikt, eller større lekkasjer på overføringsledninger ble unngått.

Oslo VAV publiserer fortløpende meldinger om planlagte avstengninger på nettsidene sine. En gjennomgang av meldingene for de siste 6 måneder (12. februar – 26. august 2015) viser at nesten 80 % av avstengningene hadde en varighet innen intervallet 5 +/- 2,5 timer.<sup>1</sup> Meldingene varsler normalt om avbrudd for en lengre periode enn den faktiske varigheten til avbruddene.

Drikkevannsanlegget med lengst ikke-planlagt avstengning målt i kundetimer i 2014 var Bodø hovedvannverk (Heggmovatnet vannbehandlingsanlegg) med 138 200 timer. Anlegget forsyner ca. 42 500 innbyggere, og opplevde dermed over 3 timer ikke-planlagt avstengning per abonnent i gjennomsnitt. Heller ikke her kjenner vi til hvor mange abonnenter som faktisk ble berørt, og det er derfor heller ikke mulig å si hvor lenge de berørte abonnentene var uten vann.

Informasjonen som er samlet her indikerer at rapporterte planlagte avstengninger og ikke-planlagte avbrudd i hovedsak er kortvarige – i alle fall når man sammenlikner med konsekvensene av hendelsene som er skissert i avsnitt 1.1 og som resulterer i avbrudd fra 5 uker og opp til 12 måneder for et par tusen abonnenter og tilsvarende langvarig kokepåbud for opptil 136 000 abonnenter. Det er med andre ord lite tilgjengelig empiri å ta utgangspunkt i for å estimere konsekvensene av store, langvarige avbrudd i vannforsyningen i Norge.

### 2.3 Virkemidler for å oppnå god forsyningsikkerhet

God planlegging og gode rutiner for tilsyn og varsling av feil er grunnlaget for å sikre en robust vannforsyning. En måte man kan redusere konsekvensen av feil på er å innføre *redundans* i alle ledd av vannforsyningen. Ved å benytte to, eller flere, parallelle systemer vil man kunne la et alternativt system overta funksjonaliteten, dersom en del av anlegget ikke fungerer som normalt. Bruken av to hygieniske barrierer i vannbehandlingsanlegg er lovpålagt gjennom drikkevannsforskriften, mens antallet drikkevannskilder og tilrettelegging for to-sidig vannforsyning er opp til vannverkseierne. Vannverkseier må derfor selv foreta en vurdering av om nytten av å investere i redundans overgår kostnadene.

Forsyningsnettet for drikkevann skal være dimensjonert for å håndtere befolkningsvekst og perioder med ekstremetterspørsel, for eksempel i forbindelse med brannslukking. Denne *restkapasiteten* utgjør en buffer siden den kan utnyttes til omdirigering av vann. Dersom befolkningen i et område vokser, og andre forhold som vanntap forblir uendret, vil restkapasiteten i nettet reduseres. Dette påvirker robustheten i nettet og medfører dermed en samfunnsmessig kostnad. Dersom man forventer at restkapasiteten vil bli for lav ved vedvarende befolkningsøkning, vil dette utløse behov for ytterligere investeringer i forsyningsnettet.

---

<sup>1</sup> Den lengste avstengningen var varslet å skulle vare 6,5 timer, men ble forlenget til 13,5 timer på grunn av uforutsette problemer.



### 3 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

I dette kapittelet gir vi en innføring i begrepet *samfunnsøkonomisk lønnsomhet*, og forklarer hvordan dette relaterer seg til kommunal vannforsyning.

I økonomifaget er begrepet *verdi* knyttet til den velferden (også kalt nytten) en bruker oppnår fra et gitt gode.<sup>2</sup> Denne verdien er privat informasjon for brukeren, og er dermed ikke direkte observerbar for andre. Godets *kostnad* er forbundet med de ressursene som brukeren må gi slipp på for å tilegne seg godet. I teoretisk forstand tilsvarer kostnaden den verdien som brukeren kunne oppnådd med beste alternative bruk av ressursene. I praksis brukes gjerne ordet kostnad om det pengebeløpet som brukeren betaler for godet.<sup>3</sup>

Det er flere ulike måter man kan benytte for å avdekke hvilken verdi et gode har. For enkeltobjekter kan man benytte såkalte Vickrey auksjoner, hvor budgivere gir skjulte bud, og vinneren betaler et beløp tilsvarende det nest høyeste budet. I en slik situasjon kan man forvente at budgiverens bud tilsvarer deres private verdianslag.<sup>4</sup> For økt forsyningssikkerhet i kommunal vannforsyning finnes det imidlertid ingen tilsvarende markedsmechanisme som man kan basere verdiberegningen på, og det er derfor nødvendig å benytte andre metoder for å vurdere verdien av denne tjenesten. Dette temaet blir fulgt opp i kapittel 5, hvor vi blant annet vurderer hvorvidt man bør bruke ulike metoder for å utlede verdianslag for ulike abonnenter.

I en *samfunnsøkonomisk* analyse forsøker man å få oversikt over alle konsekvenser for alle berørte parter. Hvis de negative konsekvensene av et tiltak samlet sett er mindre enn de positive konsekvensene, sier man at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det innebærer at samfunnet som helhet får økt nytte hvis tiltaket gjennomføres, selv om noen aktører kan bli skadelidende. Private bedrifter legger gjerne *driftsøkonomiske* analyser til grunn for sin virksomhet, noe som betyr at de søker å maksimere egen bedrifts profitt. Kommuner, og andre offentlige organisasjoner, tar i større grad hensyn til samfunnsøkonomisk nytte, selv om de også må ta hensyn til egen drift.

Figur 1 illustrerer konseptet samfunnsøkonomisk lønnsomhet for et vanlig gode i et marked med mange konsumenter og produsenter. X-aksen måler kvantum (Q for "quantity") og Y-aksen måler prisen (P for "price") for godet. Tilbudet styres av bedrifter som finner det lønnsomt å produsere godet dersom prisen de mottar for en enhet (marginalinntekten) er høyere enn deres kostnad for å produsere en enhet av godet (marginalkostnaden). Ved å rangere tilbyderne etter deres marginalkostnad får vi en stigende tilbudskurve.<sup>5</sup> Tilsvarende rangerer vi konsumentene etter hvem som oppnår størst nytte av godet, slik at vi får en fallende etterspørselskurve. I et fritt og velfungerende marked vil godet tilbys til de konsumentene som er villig til å betale det som godet koster å produsere. Denne mengden benevnes  $Q^M$  (M for "market"), og markedsprisen benevnes  $P^M$ .

Konsumentene som mottar godet oppnår nytte tilsvarende den grønne trekanten i figuren. Denne illustrerer den verdien som overgår det de måtte betale for godet og kalles konsumentoverskudd (KO). Produsentene som tilbyr godet mottar tilsvarende et produsentoverskudd (PO), representert ved den blå trekanten som viser forskjellen mellom prisen og produksjonskostnaden for godet. Summen av konsument- og produsentoverskuddet er den samfunnsøkonomiske nytten som markedet genererer.

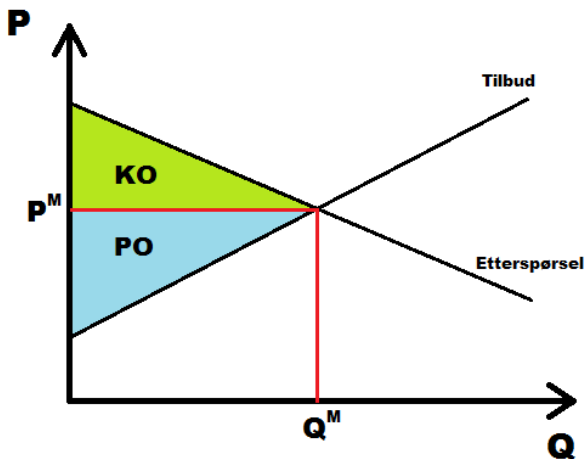
<sup>2</sup> Det godet vi er opptatt av i denne rapporten er en stabil tilførsel av drikkevann med akseptabel kvalitet.

<sup>3</sup> Dersom det krever tid og ressurser å gjennomføre kjøpet, eller å nyttiggjøre seg godet bør man også ta hensyn til slike tilleggskostnader.

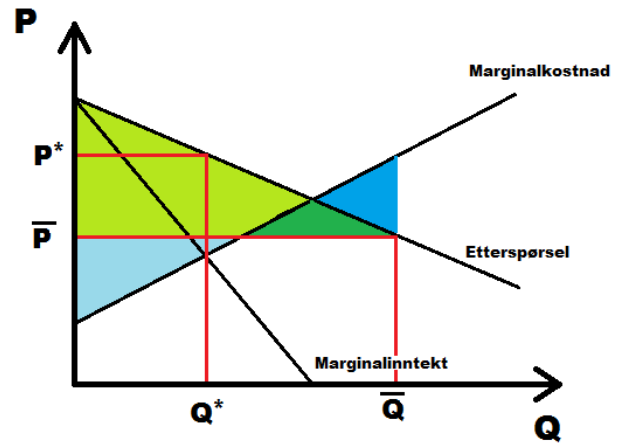
<sup>4</sup> Vickrey auksjoner skiller seg dermed fra vanlig "engelsk auksjon", for eksempel budgivning i boligmarkedet, som kun avdekker betalingsviljen for kjøperen med nest høyest betalingsvilje.

<sup>5</sup> I dette tilfellet er tilbudskurven lik kurven for marginalkostnad.

Som figuren viser, er ikke markedsprisen på et gode nødvendigvis en informativ indikator for verdien av godet. Det skyldes forutsetningen om at godet tilbys til samme pris til alle konsumentene, altså uavhengig av hvilken nytte de kan oppnå. Men man kan si er at de som velger å kjøpe godet oppnår en nytteverdi som er høyere enn prisen, og at de som ikke kjøper godet forbinder det med en lavere nytte.



Figur 1 Standardisert gode



Figur 2 Kommunal vannforsyning

Kommunale vannverk kan i stor grad betraktes som å være i en monopolsituasjon, siden de har en svært høy markedsandel. Denne situasjonen er illustrert i figur 2, hvor tilbudet i markedet er byttet ut med vannverkets marginalkostnad. Økonomisk teori tilsier at hvis de skulle maksimert egen profitt, så ville de tilpasset seg med en pris  $P^*$  som lå høyere enn markedsprisen. Helt konkret ville de tilpasset seg med å tilby et kvantum som gjør at marginalinntekten tilsvarer marginalkostnaden.<sup>6</sup> Det ville medført at etterspurt kvantum ville minket til  $Q^*$ , og den samfunnsøkonomiske nytten ville blitt redusert. I stedet er de kommunale vannverkene, gjennom lov og forskrifter, forhindrede fra å belaste abonnentene mer enn det koster å produsere og distribuere vannet. Vannverkene bestemmer selv prisen  $\bar{P}$ , men de må tilse at ikke produsentoverskuddet (lyseblå trekant) overstiger produsentunderskuddet (summen av mørkeblå og mørkegrønn trekant). Abonnentene opplever nytte tilsvarende arealet mellom etterspørselskurven og prislinjen (summen av de to grønne arealene). Siden vannverkene ikke kan ta profitt, er den samfunnsøkonomiske nytten av kommunal vannforsyning i hovedsak gitt av konsumentoverskuddet. Illustrasjonen viser også at prisreguleringen fører til et samfunnsmessig tap (mørkeblå trekant) forbundet med overproduksjon og -forbruk av drikkevann.

Modellen som er beskrevet over relaterer seg til de abonnentene som har installert vannmåler og derfor betaler for deres faktiske forbruk. For svært mange husstander er situasjonen den at de betaler for et forbruk som er stipulert ut fra størrelsen på boligen. For disse er det ingen reell sammenheng mellom vann- og avløpsgebyrene og det faktiske forbruket. De forbruker derfor vann som om det var gratis. Vannforbruket er i sin tur førende for investeringsbeslutninger hos vannverket, som sender regningen tilbake til abonnentene. Man kan derfor forvente at det samfunnsmessige tapet som kommer av overproduksjon og -forbruk er større i mange byer, enn på steder hvor det er påbudt med vannmåler i boligene.

Dersom prisen på drikkevann settes så lavt at produsentunderskuddet blir større enn produsentoverskuddet, betyr det at drikkevannsproduksjonen subsidieres av kommunen. Et viktig forhold som ikke fanges opp i

<sup>6</sup> Marginalinntekten faller med økt kvantum fordi vannverket må tilby samme pris for hver liter vann. Dersom prisen skulle senkes ytterligere for å selge mer vann, ville prisreduksjonen redusere inntekten fra alle solgte liter.

denne enkle modellen er at subsidiering med bruk av skatteinntekter ofte er forbundet med vridningskostnader. Vridningskostnadene er det samfunnsøkonomiske tapet som oppstår når skatter endrer de relative prisene i økonomien, og dermed påvirker markedsadferden. De faktiske kostnadene ved beskatning avhenger av hvilken type skatt som brukes, men det er normalt å anslå et effektivitetstap på 20 % (FIN 2014). Det betyr at hver skattekrone som brukes koster samfunnet kr 1,20. Hvis drift, vedlikehold og nye investeringer i vannverket i helhet dekkes gjennom vann- og avløpsgebyrene, regnes dette som brukerbetaling, og man kan se bort fra vridningskostnadene.

## 4 Hva sier litteraturen om betalingsvilje for bedre vannforsyning?

### 4.1 Noen generelle trekk

Det er et rikt tilfang av studier omkring betalingsvilje og vannforsyning. Storparten av studiene er imidlertid gjennomført i områder hvor befolkningen har begrenset tilgang på rent vann, hvor kvaliteten er dårlig eller hvor tilgang og kvalitet er usikker og hvor bedre vannforsyning opplagt vil bedre folkehelse og øke livskvaliteten, se f.eks. Wahid og Hooi (2015) og referansene der. Studiene er typisk gjennomført i regioner og land/områder med utbredt fattigdom, eller hvor en stor andel av husholdene har svært lave eller lave inntekter. Vi har således ikke funnet mange studier med høy relevans for vårt scenario, hvor befolkningen har rikelig tilgang på vann av god kvalitet, hvor vannrekninga ikke er spesielt tyngende og hvor det er en begrenset risiko for avbrudd, dog av lengre varighet. Tanellari (2010) og Tanellari m.fl. (2014) skriver f.eks. at man har liten kunnskap om konsumentenes betalingsvilje for mulige løsninger av problemer knyttet til infrastruktur og tilhørende helserisiko. Empiriske studier omkring betalingsvilje og vannforsyning har i følge Tanellari (2010) fokusert på kvalitet av grunnvann og verdien av vann som del av naturen. Avhandlingen gir noen referanser til slike undersøkelser fra før 2000, som ikke synes særskilt relevant for vårt scenario.<sup>7</sup>

En sikrere og bedre vannforsyning er til fordel for alle brukere enten det dreier seg om husholdninger, industri eller offentlig og privat tjenesteyting. Denne litteraturgjennomgangen dreier seg i sin helhet om husholdningene. Young og Loomis (2014) skriver at det generelt er få studier omkring verdien av vann for industri og tjenesteytende sektor, og de studiene de viser til dreier seg typisk om å estimere etterspørselastisiteter. Vi har ikke funnet relevante studier omkring avbrudd og kokepåbud.

Litteraturen som er gjennomgått viser at verdsetting av tiltak vanligvis kan baseres på to ulike tilnærminger. Den ene går på å estimere kostnader for avbøtende tiltak, dvs. avdekke kostnader - utlegg og tidsbruk - som kundene har som følge av dårlig leveringskvalitet og dårlig vannkvalitet. Gjennomføres det gode tiltak som retter de aktuelle problemene, oppnår kundene en besparelse. Verdien av tiltaket vil minst være lik de oppnådde besparelsene. I noen studier er kostnadene erfaringsbaserte, i andre stilles kundene overfor hypotetiske situasjoner og får spørsmål om hvilke tiltak de vil gjennomføre og i hvilket omfang. Det kan f.eks. dreie seg om koking og kjøp av flaskevann (jfr. kapittel 5.3) eller systemer i hjemmet for filtrering av vann. Dersom et tiltak bidrar til reduserte kostnader på vannverkets hånd, må også det telle med. F.eks. vil en ny vannledning erstatte eller redusere avhengigheten av en gammel ledning og et planlagt prosjekt kan gjennomføres til en lavere kostnad enn om det må iverksettes som et hastetiltak etter et sammenbrudd i eksisterende forsyning.

Den andre hovedtilnærmingen går ut på å gjennomføre spørreundersøkelser hvor et utvalg respondenter gis en beskrivelse av problemet eller problemene som skal løses, og hvordan dette kan gjøres gjennom et eller flere tiltak. Det gis også en konkret beskrivelse av resultatet av tiltaket eller tiltakene. Deretter stiller man respondentene spørsmål på en slik måte at man (ved bruk av statistiske metoder) kan avdekke deres betalingsvilje for å oppnå de ulike ønskede resultatene. Dermed finner man nytten av tiltakene målt i penger. Den aller enkleste tilnærmingen er å spørre direkte hva respondenten maksimalt er villig til å betale, for eksempel for å eliminere enhver risiko for avbrudd og kokepåbud gjennom et år. Dette benevnes som betinget verdsetting i det svarene er betinget av den informasjonen som gis respondenten om problem, tiltak

---

<sup>7</sup> Et eksempel er et upublisert arbeid av to særdeles kjente forfattere innen genren betinget verdsetting: Mitchell og Carson fra 1981 om "An Experiment in Determining Willingness to Pay for National Water Quality Improvements" som ikke er spesielt relevant for vårt scenario etter som det dreier seg om befolkningens verdsetting av vann som en del av naturen og landskapet, til rekreasjon, opplevelser, for bevaring osv. og ikke om verdien av drikkevann og verdien av vann som innsatsfaktor i industri og annet næringsliv.

og resultat. Merk at studiene er basert på respondentenes *utsagn* om egne preferanser/verdsetting. En variant av denne tilnærmingen er at respondentene ikke får direkte spørsmål om betalingsviljen, men stilles overfor et sett av hypotetiske alternativer og må gjøre valg mellom dem. Ved å utnytte informasjonen fra et sett av slike valg kan man gjennom statistisk analyse avdekke betalingsviljen for flere tiltak. Både denne siste tilnærmingen (valgekspériment) og betinget verdsetting er basert på respondentenes *utsagn* omkring egne preferanser/verdsetting. Det finnes alternativer til disse metodene. F.eks kan man gjøre statistiske analyser av hvorledes ulik kvalitet på vannforsyningen påvirker markedsverdien av eiendommer som ellers er like. I følge Young og Loomis (2014) er denne tilnærmingen<sup>8</sup> først og fremst brukt for å finne verdi av vann innenfor landbruket og vi har ikke funnet studier som er relevante for Skullerud-caset.

På spørsmålet om studier av betalingsvilje er nyttige, kan det nevnes at Asiabankens<sup>9</sup> retningslinjer for prosjekter innen vann og avløp stiller krav om at det gjennomføres mulighetsstudier for å klargjøre økonomisk bærekraft (se Gunatilake m.fl. 2006 og 2007). Basis i den økonomiske analysen er data om betalingsvilje, typisk for hushold. Informasjon om betalingsvilje brukes for å anslå etterspørsel og tidvis også nytten av vann og avløpstjenester. Netto økonomisk gevinst av bedre tjenester blir anslått til å være differansen mellom konsumentenes maksimale betalingsvilje for bedre tjenester og kostnaden for å oppnå den aktuelle forbedringen. Det har vært hevdet at kvaliteten på studier av betalingsvilje har vært svak (Gunatilake m.fl. 2007): Det har motivert til en gjennomgang, forbedring og dokumentasjon av metodene (Gunatilake m.fl. 2006 og 2007). Asiabankens fokus er på prosjekter i land og regioner med betydelige innslag av fattigdom, noe som bidrar til at enkle spørsmål av typen "Hvor meget er du villig til å betale for bedre vannforsyning" gir både upresise og upålitelige svar. Ikke desto mindre er ADB (2007,2007a) en potensiell kilde om man ønsker å gå videre med å gjennomføre undersøkelse av betalingsvilje.

Samlet sett viser studiene – knapt overraskende - at husholdninger er villig til å betale mer for bedre vannforsyning. I en studie over 10 OECD-land fant f.eks. Beaumais m.fl. (2010) at husholdninger som har vann med dårlig smak, eller hvor den hygieniske standarden er usikker (og dermed medfører helsemessig risiko), er villige til å betale i snitt 7.5% over det de i utgangspunktet betaler.<sup>10</sup> En studie i Malaysia viser at betalingsviljen for vannforsyning beror på smak, sikker forsyning, forurensinger i vannet og inntekt (Wahid og Hooi 2015). Betalingsviljen for forbedringer var her begrenset til en økning ikke over RM 5. Flere studier påviser en sammenheng mellom inntekt og betalingsvilje: Bogale og Urgessa (2012) (Etiopia), Jiang m.fl. (2010) (Kina), Wendimu og Bekele (2011) (Etiopia). Betalingsviljen synes i mange tilfeller å være meget lav – og må sees i sammenheng med lavt inntektsnivå der studiene er gjennomført.

Cho m.fl. (2005) fant at husholdninger i rurale områder i Minnesota (USA) er villige til å betale mer for å få redusert jern og svovel-innholdet i vannet, samtidig som respondenter som anser kvaliteten å være god, har en lavere betalingsvilje. Bildet synes imidlertid å være noe blandet. Genius (2008) fant f.eks. at betalingsviljen var lavere i snitt for de som fant vannkvaliteten utilfredsstillende. Tilsvarende var det gjennomsnittlig lavere betalingsvilje blant de konsumentene som klaget på klorlukt. Det syntes å ha sammenheng med manglende tillit til at lukten av klor kunne reduseres. Denne studien ble gjennomført i et turistdistrikt på Kreta.

## 4.2 Studier med relevans til Skullerud-caset

Vi har pekt på at det ikke synes å være noen stor litteratur om betalingsvilje for vann og økt kvalitet på forsyningen i urbane områder i det vi kan kalle vestlige industriland med god standard på kvalitet og forsyning. Dette finner støtte i Henscher m.fl. (2005) og Willis m.fl. (2005), som begge påpeker en slik mangel. Henscher m.fl. (2005) hevder at det er lang tradisjon for å verdsette verdien av pålitelige leveranser

<sup>8</sup> Hedonisk eiendoms-verdimetode.

<sup>9</sup> Asian Development Bank

<sup>10</sup> Målt med median-betalingen.

og andre kvaliteter av elektrisk kraft, og at deres studie er den første omkring betalingsvilje innenfor vannforsyning og hvor en ser på nivå på tjenestekvaliteten. Ved bl.a. å søke på litteratur som refererer til disse to, synes bildet uendret fram til i dag.

Konsekvensene av Skullerud-caset er to-delt: En gruppe abonnenter mister vannet gjennom lang tid. I tillegg vil svært mange få et kokepåbud gjennom lang tid. Som antydnet er det få bidrag omkring forsyning og avbrudd. Det gjelder spesielt langvarige avbrudd. Studiene vi har funnet og som refereres i det etterfølgende, omhandler kortvarige avbrudd – typisk mindre enn 24 timer. Når det gjelder kokepåbud, er det også et begrenset tilfang av studier. I følge Beaumais m.fl. (2014) er det gjennomført noen studier i USA i etterkant av hendelser med forurensning. Utover disse amerikanske studiene er det, fortsatt i følge Beaumais m.fl. (2014), publisert kun to studier omkring husholdningers verdsetting av bedre vannkvalitet i høy-inntektsland.

Studiene som adresserer leveringssikkerhet omfatter regelmessig også spørsmål om vannkvalitet. Det har bakgrunn i studienes konkrete utgangspunkt hvor det er behov både for bedre kvalitet både på vann og levering. I praksis vil en da søke etter tiltak som bedrer begge deler og spørsmålet blir da hvilken verdi en slik totalløsning vil ha for kundene. Ikke desto mindre har vi delt litteraturgjennomgangen i to deler: en del med vekt på studier som er relevante for kokepåbudet og en del med hovedvekten på avbrudd og restriksjoner på vannforsyningen.

Fordi det er et lite antall studier, bruker vi noe plass på detaljene slik at leseren får et bedre inntrykk av hva som faktisk er behandlet og konkret hvilke resultater som rapporteres.

## **Kokepåbud**

Litteraturgjennomgangen har ikke avdekket studier som fullt ut "treffer" caset vårt mht. et langvarig kokepåbud og hvilke ulemper og kostnader dette medfører for husholdninger og andre kunder. Studiene som presenteres avdekker husholdningers betalingsvilje for bedre kvalitet på vannet og hva som innvirker på betalingsvilje og/eller husholdningenes utgifter til avbøtende tiltak (objektiv risiko versus og subjektiv risiko, inntektsnivå, alder, kjønn etc.). Etter som studiene ikke treffer godt, går vi ikke inn på alle detaljene. Formålet med gjennomgangen er å gi et innblikk i litteraturen, men først og fremst å gi et bilde av nivået på hva husholdninger er villige til å betale for bedre kvalitet på vannet.

Norge har høy kvalitet på det kommunale drikkevannet og i følge en studie (Beaumais, 2014) er 90 % fornøyd med vannet og springvannet drikkes av 97 % av befolkningen, hvilket er den høyeste prosentandelen blant de 10 OECD - landene som er med i studien. I Canada er f.eks. 67 % fornøyd med vannet og det er også "kun" 67 % som drikker vann av springen (ibid). Filtrering og kjøp av flaskevann må derfor antas å ha et større omfang i mange land enn her hjemme og er et moment å huske når man leser internasjonale studier omkring husholdningenes valg med hensyn til om man drikker springvannet filtrert eller ufiltrert, koker vannet eller kjøper flaskevann.

Dupont (2005) rapporterer Canadiske husholdningers bruk av filtrering, koking og kjøp av flaskevann som følge av usikkerhet om vannkvaliteten. Bakgrunnen for denne pilotstudien er to tilfelle av forurensning av drikkevannet i to provinser i år 2000 (E. Coli) og 2001 (Cryptosporidiosis). Hendelsen i år 2000 resulterte i 7 dødsfall og 100 sykehusinnleggelse. I 2001 var det ingen dødsfall, men 6 500 ble syke. Av respondentene svarer 10 % at det kommunale vannet, etter deres mening, utgjør en middels eller betydelig helserisiko, mens 30 % sier det er et mindre problem. Studien indikerer at nær halvparten av husholdningene filtrerer det kommunale vannet før det drikkes. I tillegg velger 8 % å koke vannet. Omlag en tredel av respondentene drakk flaskevann ukentlig, men bare en av syv knytter bruken av flaskevann til faren for sykdom. Årlige utgifter til filtrering varierte mellom \$ 35 og \$ 189 avhengig av løsning. Kjøp av flaskevann utgjør en kostnad på \$ 180 per hushold per år i snitt.



Dupont m.fl. (2010) rapporterer funn fra en studie som fulgte etter piloten (Dupont, 2005) og søker forklaringer på respondentenes valg av flaskevann, filtrert kommunalt vann og ufiltrert kommunalt vann. Omlag en sjettedel av respondentene drikker hovedsakelig flaskevann<sup>11</sup>, to tredeler fordeler seg omtrent likt på filtrert og ufiltrert kommunalt vann, mens den siste sjettedelen ikke har noen klar preferanse<sup>12</sup>. Rust, lukt og smak synes å være årsak til bruk av flaskevann og filtrering ved siden av bekymring for bakterier. Koking er ikke tema i denne studien som etter norske forhold avdekker en høy andel som ser det som ønskelig eller nødvendig med alternativer til kommunalt vann direkte fra springen. Det kan synes som om Canadiske forbrukere velger flaskevann og filtrering uten at dette nødvendigvis er begrunnet i helsefare. Dette er tiltak som uansett fungerer som en forsikring mot bl.a. mikrobiologisk forurensning og som kan nyttes i situasjoner med langvarig kokepåbud. Slik sett antyder pilotstudien (Dupont, 2005) hvilke kostnader hushold vil pådra seg i en situasjon hvor det kommunale vannet ikke er godt nok

En tredje artikkel omkring drikkevann i Canada, omhandler husholdningenes verdsetting av redusert helserisiko og fare for sykdom og død knyttet til i) bakterier og mikrober/parasitter og ii) kjemiske forurensninger som dannes som en følge av klorbehandlingen og som forårsaker blærekreft (Adomowicz m.fl, 2011). Også denne studien har bakgrunn i de to omtalte hendelsene i 2000 og 2001 og studien bygger på data som ble samlet i 2004. Ulike modeller for verdsetting blir brukt og resultatene indikerer at tiltak (program) for reduksjon av mikrobiologisk risiko har større verdi enn program for redusert kjemikaliebruk og blærekreft. Gjennomsnittlig årlig betalingsvilje per husholdning for å oppnå en gitt reduksjon i antall sykdomstilfeller og død pga. mikrobiologisk forurensning ligger i området Can \$ 157-237 (2004-\$). Betalingsviljen for å oppnå en reduksjon i antall tilfeller av kreft er noe lavere. Programmet som ble evaluert skulle bidra til at antall sykdomstilfeller pga. bakterier etc. ville bli redusert fra 23 000 tilfeller over 35 år i en befolkning på 100 000 til 7500 tilfeller over 35 år. Det innebærer en reduksjon i sykkelighet fra ett tilfelle per 152 leveår til ett tilfelle per 467 leveår. Det indikerer en ikke ubetydelig betalingsvilje for å redusere en i utgangspunktet liten sannsynlighet for sykdom.

I studiene som er omtalt ovenfor, er det en bekymring blant en del av respondentene om vannets kvaliteter med hensyn til sykdom. Situasjonen vil være noe annerledes i en situasjon med kokepåbud, hvor det er en konkret og vedvarende risiko for at man faktisk blir syk av å drikke vannet ubehandlet. Det virker rimelig å anta at husholdningene i denne situasjonen vil velge å legge mer penger i tiltak for å sikre seg. Det gir grunn til å anta at estimatene for filtrering og flaskevann representerer et nedre anslag på verdien av å unngå kokepåbud.

Litteraturen omfatter også studier som fokuserer på forurensning pga. kjemikalierester fra landbruket. I følge Beaumais (2014) som har gjennomgått denne litteraturen, rapporteres det om høyere betalingsvilje i disse studiene, enn i studier omkring mikrobiologisk forurensning. Beaumais knytter det til at det er flere typer forurensning ( gjerne pesticider og nitrater) og at problemene angår grunnvann og dermed er mer permanente. Slik sett kan det diskuteres om studiene om kjemikaliepåvirkning kan antyde noe om maksimal betalingsvilje for å unngå sykdom pga. urent kommunalt vann.

Poe og Bishop (1999) benytter betinget verdsetting for å finne betalingsvillighet for å redusere nivået på nitrater i grunnvannet med 25 %. Betalingsviljen ble funnet å være i området 240-420 US \$<sup>13</sup> per år for en gjennomsnittlig husholdning. Husholdninger som hadde svært høye nitrat-verdier i sine brønner hadde lavere betalingsvilje ettersom reduksjonen uansett ikke ville gi trygt vann.

<sup>11</sup> Respondenten dekker minst 75 % av drikkevannsbehovet med flaskevann.

<sup>12</sup> Nøyaktige tall for antall respondenter: flaskevann: 223, ufiltrert: 552, filtrert: 562 og 296 har ingen klar preferanse.

<sup>13</sup> Beaumais regner dette om til \$ 619 (2008-dollar).

Sun m.fl. (1992) finner betalingsviljen for et program som sikrer fullgod kvalitet på grunnvannet og sikrer det mot forurensning av pesticider og gjødsling. Uten dette programmet vil en kunne få framtidige problemer med kvaliteten det vil bli behov for framtidige kostbare tiltak. I gjennomsnitt var respondentene villige til å betale omlag US \$ 640 per år. Sannsynligheten for at vannet ville bli forurenset dersom programmet ikke ble iverksatt ble vurdert forskjellig av respondentene – fra 0 til 1. Beløpet på \$ 640 er basert på gjennomsnittlig subjektiv sannsynlighet for framtidig forurensning lik 0,54. Respondenter som var sikre på at vannet ville bli forurenset uten tiltak i nåtidspunktet var villige til å betale \$ 942. De aktuelle beløpene er det respondentene er villige til å betale for at grunnvannet skal være rent i framtida. Beløpene inkluderer bruksverdien (til vannforsyning), men også såkalt ikke-bruk. Dette illustreres ved at respondenter som var sikre på ikke å bli berørt av framtidig forurensning også hadde positiv betalingsvilje for det forebyggende programmet (\$ 120). Estimatenes ligger således noe høyere enn hva man maksimalt er villige til å betale for å ha vann som oppfyller krav til drikkevann. Det er nærliggende å anta at estimatene også indikerer en øvre grense for hva husholdningene er villige til å betale for å ha vann som oppfyller drikkevannsforskriftene versus å ha forurenset vann – dvs vann som ikke kan drikkes eller brukes i matlagning etc.<sup>14</sup> Blant de artiklene som refereres i Beaumais (2014) er dette den studien som rapporterer de høyeste verdiene for husholdningers betalingsvilje for rent vann i springen. Det ser ut til å ha sammenheng med at det antatt en betydelig risiko for framtidig forurensning av alvorlig karakter. Det er også et poeng at estimatene inkluderer elementer av ikke-bruk som synes å være i størrelsesorden \$ 100.

### **Betalingsvilje for bedre infrastruktur, færre avbrudd og restriksjoner**

I dette avsnittet presenterer vi studier som adresserer infrastruktur, avbrudd i forsyning og restriksjoner på bruk av vann. Et par av studiene tar også opp andre forhold. Bakgrunnen for studiene er konkrete case eller problemstillinger som gjerne omfatter både forsyningssikkerhet og vannkvalitet. Vi har valgt å presentere resultatene fra disse "kombinerte" studiene i sin fulle bredde. Et poeng er at dette gir et bilde av "balansen" mellom verdi av vannkvalitet og verdi av forsyningssikkerhet. Også her gjelder det at studiene ikke treffer vårt case på noen god måte slik at overføringsverdien er begrenset.

I sin doktorgradsavhandling går Tanellari (2011) – se også Tanellari m.fl. (2014) – nærmere inn på faktorer som påvirker husholdningenes rapporterte betalingsvilje for tre forbedringsprogram innen drikkevannsforsyning som gjelder: i) bedre vannkvalitet med forbedring av smak, lukt, farge og trygghet, ii) færre små-lekkasjer i boligen og iii) aldring av offentlig infrastruktur. Forskningen er basert på en survey (spørreskjema sendt ut som brev) i Northern Virginia og Maryland i Washington D.C. og fokuserer på forholdet mellom informasjonen som gis respondentene, deres oppfatning av risiko og maksimal betalingsvilje. Gjennomsnittlig betalingsvilje for økt kvalitet var ca. \$ 85 per kvartal utover det de allerede betaler, som var \$ 85 for vann og avløp (medianen). Betalingsvilje for færre smålekkasjer var \$ 79, og \$ 89 for oppgradering av offentlig vann-infrastruktur.

Henscher m.fl. (2005) studerer betalingsvilje for å unngå avbrudd i vannforsyningen og oversvømmelse av avløpsvann og hvorledes hyppighet, varighet og tidspunkt for slike hendelser påvirker betalingsviljen. Betalingsviljen avdekkes ved bruk av valgekspesimenter (stated choice experiments) og blandede logit-modeller. Studien baserer seg på deltakelse av 240 husholdninger i Canberra som blir stilt overfor to sett av eksperimenter, et om drikkevann og et om avløp. Hvert eksperiment beskriver to alternativer hvorav respondenten velger det som er det beste for ham selv. For vannforsyningen beskrives hvert alternativ ved pris (betaling utover det som husholdet allerede betaler), hyppighet av avbrudd<sup>15</sup>, varighet<sup>16</sup>, tidspunkt<sup>17</sup>, om

<sup>14</sup> Det er kanskje å trekke det for langt. Den underliggende antakelse er at framtidig bruk av grunnvann vil bli kostbart uten tiltak i nåtidspunktet, dvs. at utbetalingen i dag vil komme i stedet for framtidige økte kostnader, ikke at vannet i framtida blir uegnet. Imidlertid ser det ikke ut som om dette er klargjort for respondentene og det synes som om respondentene har fått inntrykk av at vannet vil bli uegnet.

<sup>15</sup> Varierer i fire trinn fra 12 ganger i året til en gang per 10-ende år.



avbruddet er varslet eller ikke og tilgjengelig informasjon kunden får ved å ringe vannverket<sup>18</sup>. Betalingsviljen for å redusere antall avbrudd fra to til et per år er estimert til 41,5\$. Er det så mange som 10 avbrudd per år, er betalingsviljen funnet å være \$ 9,6 for å gå ned til et avbrudd mindre (9 avbrudd). Betalingsviljen for å redusere avbruddets lengde med en time er ca. \$ 36 dersom avbruddet i utgangspunktet er beskrevet å være av to timers varighet. Dersom varigheten i utgangspunktet er 24 timer, vil husholdene i snitt maksimalt betale ca. \$ 4 for en times reduksjon. Varsling av avbrudd synes høyt verdsatt. Husholdene er villige til å betale \$ 142 per år for varsling i forkant. Studien inkluderer ikke demografiske kjennetegn. Dog finner man at husholdninger med barn er mer opptatt av å få varsling enn øvrige kunder, og at avbrudd på ukedagene er mer uønsket av disse barnefamiliene enn familier uten barn. Husholdninger med høy inntekt var mer opptatt av varsling enn husholdninger med lavere inntekt, og yngre respondenter var mindre opptatt av hyppigheten på avbruddene enn eldre respondenter.

En tilsvarende studie ble gjennomført av MacDonald m.fl. (2003) for Adelaide i Australia, en by med omtrent 1,1 million innbyggere. Faktorene som ble studert var varighet av avbrudd, hyppighet av framtidige avbrudd samt kommunikasjon med kundene. 337 respondenter fullførte et valgekspesiment. Avbrudd i forsyningen er ikke uvanlig, og i 1999 ble det rapportert 24,6 brudd per 100 km hovedvannledning. Man valgte ut respondenter som utelukkende bodde i gater hvor det hadde vært avbrudd. Dette resulterte i at 61% av respondentene hadde vært berørt av bruddene, de øvrige bodde slik at bruddene ikke hadde gikk avbrudd i vannforsyningen deres. De berørte respondentenes oppfatning av ulempene fordelte seg slik:

- 7 % rapporterte intet besvær/ulempen
- 40 % rapporterte liten grad av besvær/ulempen
- 35 % rapporterte noen grad av besvær/ulempen
- 12 % rapporterte betydelig besvær/ulempen
- 5 % rapporterte ekstrem grad av besvær/ulempen

Også i denne studien var fokus på forholdsvis kortvarige avbrudd, opp til 6 timer, og opptil to avbrudd per år. Som avbøtende tiltak kunne vannverket sette ut tanker som er tilgjengelige på sentrale steder alternativt dele ut flaskevann til berørte hushold. Kommunikasjon med kundene ble også inkludert, og selvsagt kostnaden for kunden (økt betaling i forhold til status quo).

De alternativene som respondentene måtte velge mellom beskrives således av fem ulike karakteristika som spennes av følgende muligheter (Figur 3 neste side):

1. Varighet av avbrudd: 6,4 eller 2 timer
2. Antall avbrudd over et år: 2, 1 eller 0
3. Økning i årlig betaling: \$ 0, \$ 40 eller \$ 80
4. Avbøtende tiltak: ingen, vann på tank, utdeling av 2 liter flaskevann per husstand
5. Kommunikasjon: telefon fra selskapet, besøk på døren, status quo: med et kort i postkassen.

Ulike modeller brukes for å estimere betydningen av de ulike faktorene. Man fant ingen statistisk signifikant effekt av kommunikasjonsstrategi eller valg av avbøtende tiltak. Økning i betaling påvirket svarene i sterk grad og hyppigheten av avbrudd ble også ansett for å være viktig. Alder, inntekt, antall personer i husholdet og oppfatning av ulempene var signifikante variable. Man fant at gruppen som hadde erfart avbrudd, gjorde valg som var konsistente med valgene til respondenter uten slik erfaring. Forfatterne pekte på at respondentene uten tvil hadde positiv betalingsvilje for å redusere hyppigheten av framtidige avbrudd. Med tre ulike modeller er betalingsviljen for redusert hyppighet \$ 6, \$ 6,30 og \$30. For redusert varighet er

---

<sup>16</sup> Varierer i seks trinn fra 1 time til 24 timer.

<sup>17</sup> Hverdag/helg og tid på dagen.

<sup>18</sup> Om man får en automatisk melding, personlig betjening og ventetid.

betalingsviljen \$ 1,10, \$ 1,50 og \$ 4,50. Dette er punktestimater. Estimaten er svært usikre og som antydnet, avhengig av hvilken modell som brukes til estimeringen, og også avhengig av hvilke alternative prisøkninger som presenteres i valgeksperimentene. Konfidensintervallene på betalingsvilje er vide og forfatterne velger tilsynelatende ikke å tillegge tallverdiene noen vekt. I det tilfellet at punktestimater på betalingsviljen for redusert hyppighet er \$6, er konfidensintervallet (90 %) minus \$ 0,2 til (pluss) \$ 12,50.

**Table 1 - Complete Array of Attributes and Levels of Customer Service**

	Column A (current practice)	Column B	Column C
Without warning your house might be without water from ...	5:30am to 11:30am (ie 6 hours)	5:30am to 9:30am (ie 4 hours)	5:30am to 7:30am (ie 2 hours)
In the last year, your water supply has <b>never</b> been interrupted. The water supply company tells you that your water supply might fail ...	<b>Two more times</b> in the next 12 months	<b>One more time</b> in the next 12 months	<b>No more times</b> in the next 12 months
You are advised about the interruption by ...	A <b>card</b> put in your letterbox <b>after</b> the interruption	A <b>phone call</b> to let you know what was happening	A <b>knock</b> on your door by a company representative
The <b>alternative water supply arrangements</b> offered were ...	<b>None</b> unless you requested it	Water was provided at a <b>central location</b> (water tanker in the street)	A <b>2 litre bottle of water</b> was delivered to every household where someone was at home
As part of the package your annual water bill will ...	<b>Stay the same</b>	Increase by <b>\$40</b>	Increase by <b>\$80</b>
	<input type="checkbox"/> Column A	<input type="checkbox"/> Column B	<input type="checkbox"/> Column C

Don't know

**Figur 3 Karakteristika brukt av MacDonald m.fl. (2003)**

Henscher m.fl. (2006) studerer betalingsvilje blant husholdninger og foretak i Canberra for å unngå restriksjoner på bruk av vann på grunn av tørke. For husholdningene dreier det seg typisk om restriksjoner på typisk vanning og bilvask. I alt 240 hushold og 240 foretak gav svar etter at et langt større antall ble forespurt. Foretakene ble forespeilet kvoter avhengig av type foretak og størrelse.

Betalingsviljen ble avdekket ved at hver av respondentene ble stilt overfor 6 valgeksperiment. Hvert eksperiment besto av to alternativer hvor respondenten måtte velge det ene. For husholdningene var hvert alternativ beskrevet av størrelsen på vannregningen, hyppigheten<sup>19</sup> og varigheten av restriksjonene<sup>20</sup>, hvilke dager husholdene ble underlagt restriksjoner<sup>21</sup> og nivå på restriksjonene<sup>22</sup>. For foretakene var alternativene tilpasset foretakenes aktivitet og størrelse.

<sup>19</sup> Fire muligheter: En gang hvert år, hvert tredje år, hvert 10-ende år eller aldri

<sup>20</sup> Fire muligheter: Hele året, hele sommeren, en måned om sommeren eller ingen restriksjoner

<sup>21</sup> Tre muligheter: Hver dag, annen hver dag og ingen restriksjoner

<sup>22</sup> Seks nivåer: Det strengeste (5) forbyr all utendørs bruk av vann, det nest strengeste (4) forbyr vanning av plen med unntak av vanning med bøtter og håndholdt slange morgen og kveld. Nivå 3 forbyr bruk av spreder, mens bruk av bøtter og håndholdt slange er tillatt morgen og kveld. Nivå 2: Spreder kan brukes 3 timer morgen og kveld. Det nest laveste nivået (1) tillater bruk av spreder morgen og kveld. Det aller laveste nivået (0) er ingen restriksjoner.

Husholdningenes betalingsvilje for å unngå de "mildeste" restriksjonene, eller restriksjoner med varighet mindre enn et år, var ikke statistisk signifikant forskjellig fra null. Husholdningene var villige til å betale for å unngå restriksjoner som varte et år, gjaldt hver dag og som var på et midlere (nivå 3) eller høyere nivå.

Betalingsviljen for å komme fra en situasjon med restriksjoner hver eneste dag, året rundt på nivå 3 eller høyere og til en situasjon uten restriksjoner overhodet ble estimert til 239\$ i snitt per husholdning per år. Dette er det summen husholdningene er villige til å betale utover det de allerede betaler, og som i snitt var 765\$ per år. Medianen av husholdenes betalingsvilje var nesten lik snittet. Betalingsviljen for å eliminere muligheten for helårlig daglige restriksjoner (på nivå 3 eller høyre) hvert tiende år, er estimert til en tidel av dette, dvs. 23,9\$.<sup>23</sup> Restriksjoner som ikke overskred nivå 3 ble av mange ansett for å være en fornuftig måte å sikre en god forvaltning av vann samtidig som det bidro til å holde vannrekninga nede.

Også for foretakene var det slik at betalingsviljen for å unngå restriksjoner var positiv kun dersom restriksjonene var daglige, av lang varighet (et år) og på nivå 3 eller høyere. Medianen for foretakenes betalingsvilje var nær identisk med middelet for husholdene. Derimot var snittet for foretakene mer enn fire ganger høyere. Årsaken til dette er ikke diskutert, men det synes nærliggende å tro at ulik størrelse av foretakene kan ha betydning og selvsagt at noen næringer er mer sårbare enn andre for begrensninger i vannforsyningen. Betalingsviljen for å unngå restriksjonene synes å være begrenset. Ettersom restriksjonene ikke oppfattes som særlig alvorlige, med unntak for næringer som var avhengig av irrigasjon (eksempelvis golf-klubber og idrettsparker).

I sum var kundene ikke villige til å betale for å unngå mildere grader av restriksjoner, restriksjoner som ikke gjelder alle dager eller restriksjoner gjennom bare en del av året. Ulempene ble tilsynelatende motvirket av gevinster f.eks. knyttet til følelsen av å gjøre noe godt for miljøet (forfatterens spekulasjon) og at ulempene var innenfor det akseptable.

Willis m.fl. (2005) estimerer kundenes nytte av marginale endringer i servicenivået på vannforsyningen fra Yorkshire Water – et regionalt monopol i England som forsyner 1 800 000 hushold og 100 000 foretak. Metoden er valgeksperiment og det er to separate utvalg: 1000 hushold og 500 foretak. Bakgrunnen er offentlige reguleringer hvor målet er at investeringer og tiltak som utføres skal bidra positivt for kundene. Det innebærer at kostnadene må mer enn oppveies av nytten av tiltakene. Betalingsviljestudier er således et middel som ideelt sett kan bidra til å oppfylle et slikt mål. Noe forenklet innebærer reguleringen at tjenesteleverandøren (Yorkshire Water) får velte kostnadene for de gunstige og godkjente tiltakene over på kundene. Ulike tiltak har ulike effekter. I studiene tar man derfor hensyn til ulike kvalitetskriterier – i alt 14 såkalte Service Factors:

1. Forsyningssikkerhet (security of supply – SOS)
2. Avbrudd (Interruption to supply – ITS)
3. Biologiske kvalitet (drinking water biological quality – DWB)
4. Misfarging (drinking water discoloration quality –DWD)
5. Lekkasje (leakage – LKG)
6. Manglende trykk i hovedledninger (inadequate mains pressure – IMP)
7. Bly i drikkevannet (lead in drinking water –LD)
8. Kloakk oversvømmer boliger (sewage flooding into properties – SFP)
9. Kloakk oversvømmer områder (areas flooding by aewage – AF)
10. Ubehag av lukt og fluer fra kloakkbehandlingsanlegg (nuisance from odor and flies from sewage treatment works – OF)
11. Uhell med forurensninger (pollution incidents – PI)

---

<sup>23</sup> Hvilket er et resultat av modellen som er brukt i analysen.

12. Økologisk tilstand av elver (ecological quality of rivers – RQ)
13. Bruk av vassdrag til rekreasjon (ability to use inland waters for recreation - AM)
14. Badevannskvalitet (bathing beach water quality)

Faktorene 1-7 vedrører kvalitet av forsyning av drikkevann. Forsyningssikkerhet går på at vannverket har tilstrekkelige vannreserver. Faktorene 8-10 går på ulemper knyttet til hvordan man håndterer avløp/kloakk. Faktorene 11-14 er faktorer som reflekterer at vann er mer enn drikkevann og at tiltak for forbedring av drikkevannsforsyningen kan ha effekter som oppleves som ugunstige. For eksempel kan restriksjoner omkring vannkilder bidra til bedre biologisk kvalitet, men redusere rekreasjonsverdiene.

I artikkelen detaljeres og konkretiseres faktorene. Status quo for forsyningssikkerhet innebærer eksempelvis at man har kun 30 % av reservoarkapasiteten fylt i et av 500 år. Når det gjelder avbrudd er status quo at 4000 eiendommer berøres av avbrudd som varer mellom 7 og 12 timer og at 1300 eiendommer får avbrutt forsyning i mer enn 12 timer (gjennom et år). Et trinns forbedring innebærer en halvering av berørte eiendommer. To trinns forbedring innebærer ytterligere en halvering. For biologisk kvalitet er status quo at 275 av 250 000 prøver ikke møter kravene (hvert år). Et trinns forbedring innebærer en reduksjon til 125 tilfeller av brudd på kriteriene og ved to trinns forbedring er det kun 25 prøver som ikke møter kravene. For trykk i hovedledningene er utgangspunktet at 200 eiendommer berøres. Et trinns forbedring innebærer en reduksjon til 150 eiendommer og to trinns forbedring en ytterligere reduksjon slik at 100 eiendommer vil berøres.

Kundene var i snitt villige til å betale £ 2,27 for å oppnå en reduksjon i antall avbrudd slik at 1000 færre eiendommer fikk et avbrudd på mellom 7 og 12 timer per år. For at 100 færre eiendommer skal unngå utilstrekkelig trykk i hovedledningene var betalingsviljen £1,53. Husholdningene var villige til å betale 3 pence for en forbedring i biologisk kvalitet slik at antallet prøver som ikke møtte kravene blir redusert med en prøve. Kundene var videre villige til å betale £ 0,69 for 1 prosentpoengs reduksjon andelen vann som går tapt pga. lekkasjer (i utgangspunktet om lag 24 % av vannet).

Genius m.fl. (2008) gjennomførte en studie av betalingsvilje omkring økt forsyning og bedre kvalitet på vannet gjennom turistsesongen i Rethymno på Kreta. I perioder mister deler av området vann, og pga. trykkfall kunne drikkevannet bli kontaminert. Ca. 30 % av respondentene rapporterte at vannet ofte var misfarget og nær 70 % mente vannet ofte eller alltid var dårlig pga. klorklukt. Noe over halvparten av respondentene kjøpte flaskevann, mens nær 10 % brukte kildevann eller transporterte vann fra andre områder. Problemene med vannet var således rimelig "kroniske" for deler av befolkningen, og særskilt de som bodde oppe i høyden opplevde at de mistet vannet. Kvinnelige respondenter, husholdninger med høye inntekter og barn, samt husholdninger som ikke drakk vann fra springen, var i snitt villige til å betale mer for en gitt forbedring av vannforsyningen som gikk ut på at det alltid ville være nok vann og at kvaliteten ville være førsteklasse. Gjennomsnittlig betalingsvilje var € 10,64 per kvartal (17,7 % av gjennomsnittlig regning), mens medianverdien var €5,93. Det ble påpekt at noen av respondentene ikke hadde inntekter til å betale mer for vannet, og andre så det slik at vannforsyningen måtte forbedres uten at det skulle koste noe ekstra. Tilsammen utgjorde disse gruppene omlag 30 %, hvilket selvsagt også gir utslag på beregnet betalingsvilje.

### 4.3 Et eksempel fra Norge

Nøtterøy kommune gjennomførte en brukerundersøkelse (telefonintervju av 400 innbyggere) i 2004 som viste at 23 % av husholdningene hadde opplevd dårlig drikkevann de siste to årene (Nøtterøy, 2006). Dette dreide seg i hovedsak om misfarging av vannet (53 %). Likevel var det bare omlag 10 % som oppgav at de ønsket å betale mer i vanngebyr for å bedre vannkvaliteten. 73 % ønsket ikke å betale noe mer, og 19 % oppgav at de hadde ingen formening. 40 % av innbyggere oppgav at de ikke visste hva de betalte i vann og avløpsgebyr, og 80 % oppgav at de ikke kjenner til hvordan kommunen beregner årsgebyret.

Omtrent like mange, 2 av 10 husholdninger, hadde vært uten vann i løpet av de siste 2 årene. En tredel av disse hadde opplevd å være uten vann i mer enn åtte timer, og de fleste (ca. 2/3) opplevde vannavbruddene som problematiske for husstanden. Av hele utvalget mente ca. 40 % at de tåler vannavbrudd på mer enn åtte timer uten at dette vil føre til vesentlige problemer.

Undersøkelsen viste også at blant de som opplevde 1-7 dager med dårlig smak/lukt, valgte halvparten å kjøpe drikkevann i butikken på grunn av den lave kvaliteten på drikkevannet. Av hele utvalget oppgav ca. 60 % at de aldri kjøper drikkevann i flaske.

Dette er en forholdsvis gammel undersøkelse, med et begrenset utvalg, i en populasjon som ikke nødvendigvis er direkte sammenlignbar med husholdningene i sør-østre deler av Oslo. Den viser imidlertid at mange i private husholdninger er innstilt på å tolerere kortere avbrudd eller perioder med lav vannkvalitet. I tråd med dette er det oppgitt liten vilje til å betale for ytterligere utbedringer.

## 5 Metoder for beregning av verdien av en robust vannforsyning

Både litteraturstudien i kapittel 4 og den empiriske kartleggingen i avsnitt 2.2 viste at grunnlaget for å beregne konsekvenser av et brudd i overføringsledningen fra Skullerudanlegget er tynt. I dette kapitlet ser vi på hvordan man kan gå frem for å få et anslag på hvor kostbart et månedslangt brudd i vannforsyningen, med medfølgende kokepåbud, kan bli.

Første steg i en verdsettelsesanalyse er å definere hva som skal verdsettes. Deretter vil man forsøke å forenkle analysen ved å klassifisere brukerne i brukergrupper. Dette kan gjøres med utgangspunkt i vannforbruket, eller andre karakteristika ved brukerne. Det tredje steget er å anvende en eller flere metoder for å innhente informasjon om hvilken verdi godet representerer for de ulike brukergruppene. Dette kan eksempelvis gjøres med en konsekvensutredning eller en betalingsvillighetsstudie. Til slutt vil man måtte foreta en avveining av hvordan estimatene for de ulike brukergruppene skal vektet sammen for å oppnå et samlet mål på verdien av godet.

### 5.1 Steg 1: Hva skal verdsettes?

I denne rapporten er vi spesielt interessert i verdien av *forsyningssikkerhet*. Forsyningssikkerhet kan defineres som "fravær av vannavbrudd" og "fravær av kokepåbud", siden en robust vannforsyning kjennetegnes av disse tilstandene, jfr. avsnitt 2.1. Matematisk kan vi beskrive forsyningssikkerhet som:

$$\frac{t^{normal}}{t^{total}} = \frac{t^{total} - t^{kok} - t^{brudd}}{t^{total}},$$

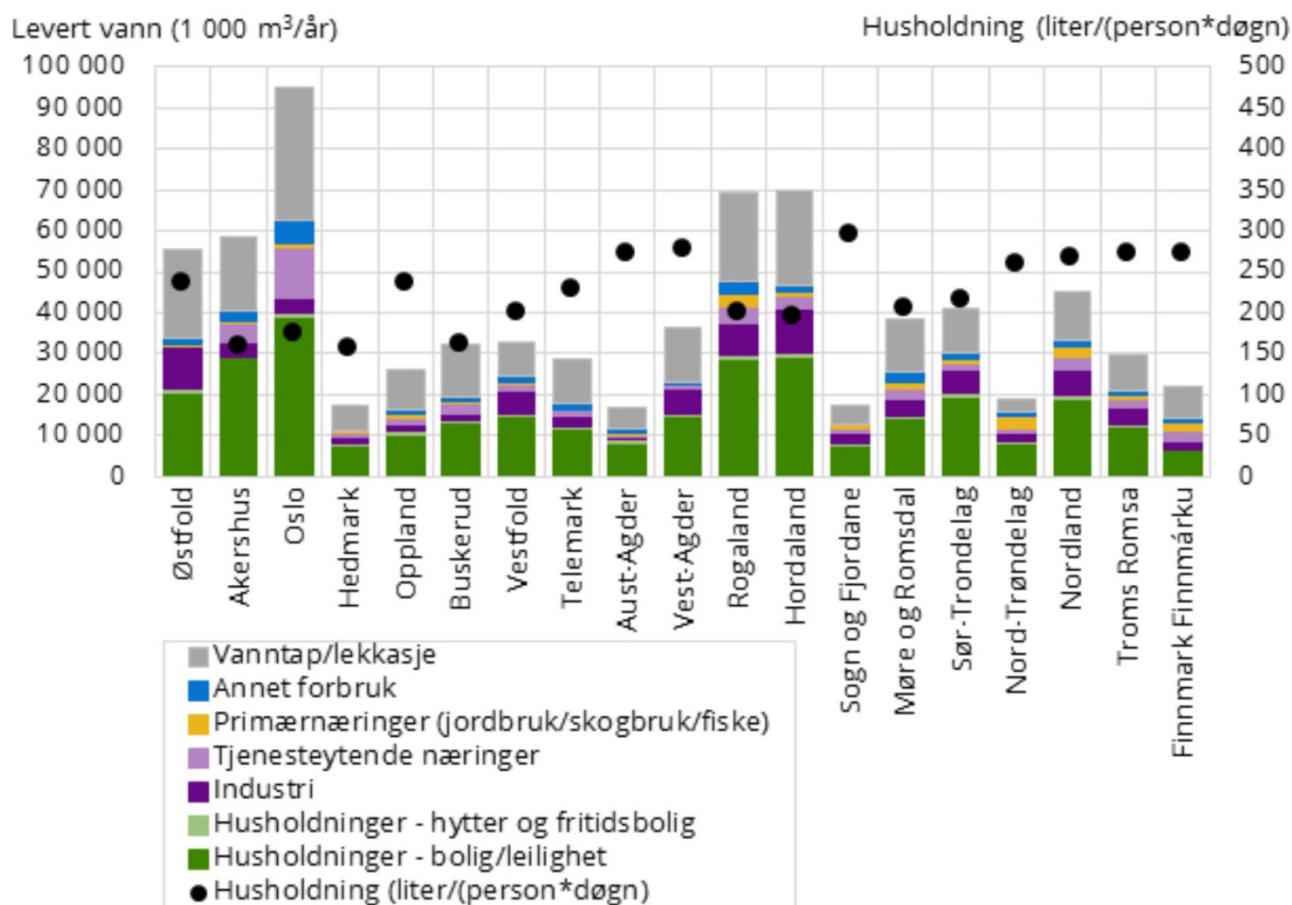
hvor  $t^{normal}$  er antall timer med normal vannforsyning,  $t^{kok}$  er antall timer med kokeanbefaling og  $t^{brudd}$  er antall timer uten leveranse. Formelen gir et måltall for forsyningssikkerhet som går mot 1 når tiden med kvalitetsforringelse i form av kokeanbefaling og brudd går mot null. Dersom det ikke måles noe normal vannforsyning i perioden, vil målet for forsyningssikkerheten ha verdien 0. Man kan dermed måle betalingsviljen for, eksempelvis, å øke forsyningssikkerheten fra 0,93 til 0,97. Tilsvarende kan man også kartlegge betalingsviljen for å redusere den forventede variasjonen i forsyningssikkerheten.

I en reell verdsettelsesstudie kan det være hensiktsmessig å definere underkategorier av de tre tilstandskategoriene, med henblikk på tidspunkt, varighet og frekvens. En konsekvensutredning for ulike brukergrupper vil dessuten kunne gi innsikt i hvilke andre parametere som er kritiske for å forstå nytteverdien for de ulike brukerne (surhetsgrad, kjemikalieinnhold, etc.).

### 5.2 Steg 2: Klassifisering av brukergrupper

Figur 4 viser fordelingen av vannforbruket over ulike samfunnssektorer i Norges fylker. Boliger og leiligheter står for størsteparten av forbruket i alle fylker. Oslo utmerker seg ved at en relativt stor andel av vannet forbrukes av tjenesteytende næringer. Forskjellen mellom produksjon og forbruk er klassifisert som vanntap/lekkasje.





**Figur 4 Levert drikkevann fordelt på samfunnssektor og spesifikt vannforbruk i husholdningen. Tall for 2014. Kilde: SSB.**

Vann- og avløpstjenester har mange likhetstrekk med elektrisitetsforsyning. Forsyningen må være kontinuerlig, og det er mange kvalitetskrav som må være oppfylt. Utbygging av infrastruktur for strøm skaper naturlig monopol, slik at forsyningen domineres av store aktører med mye lokal markedsmakt. Dette gjør at prisingen av elektrisitet er nøye regulert, og produsentene straffes økonomisk dersom forbrukerne opplever perioder uten kraftleveranse som følge av svikt i elektrisitetsnettet. En studie av kostnader ved avbrudd og kvalitetsavvik i forsyning av el-kraft brukte følgende inndeling av kundene (Hofmann m.fl. 2010):

### Husholdninger

Omfatter f.eks. familier i et hus/leilighet, studenter i et kollektiv/studentby, enslige yngre, eldre med varierende behov for assistanse og hjelp.

### Privat og offentlig tjenesteyting (eksklusive infrastruktur)

Omfatter en rekke ulike tjenester. Spesielt sårbart: barnehager, sykehjem, sykehus. Varehandel og konsulenttjenester er eksempler på mindre sårbare sektorer/kunder.

### Industri (inkludert landbruk)

Dette er generelt en svært sammensatt kategori og det er nødvendig å se mer detaljert på hvilke typer industri som vil bli berørt.

### Store kunder

Store kunder er kunder som har høyt forbruk.

### Infrastruktur

Omfatter anlegg for telekommunikasjon, transport, el-forsyning og selvfølgelig vann og avløp. Noen ganger vil veier måtte graves opp eller sperres som følge av vannskade, eller for å komme til et bruddsted.

Tabell 3 viser næringsfordelingen for de ulike kundegruppene (ibid.). Sysselsettingsstatistikk kan benyttes for å gi en oversikt over størrelsen til kundegruppene, med unntak av hushold. For bydel Søndre Nordstrand viser Sysselsettingsstatistikken (2013) 39 570 sysselsatte fordelt på 407 næringer (NACE 5- nivå). Herav har 276 næringer 10 eller flere sysselsatte, og 134 næringer har 50 eller flere sysselsatte. Det framstår som uaktuelt å gjøre detaljerte studier av kostnadene for kvalitetsavvik for alle kundene dersom de karakteriseres ved det mest detaljerte nivået i statistikken. Med så mange næringer representert i bydelen, virker det mer hensiktsmessig å aggregere opp til kundegruppe-nivå.

**Tabell 1 Næringer og kundegrupper**

Kode	Næring	Kundegruppe
A	Jordbruk, skogbruk og fiske	Industri
B	Bergverksdrift og utvinning	Industri
C	Industri	Industri og store kunder
D	Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning	Industri
E	Vannforsyning, avløps- og renovasjonsvirksomhet	Industri og infrastruktur
F	Bygge- og anleggsvirksomhet	Industri
G	Varehandel, reparasjon av motorvogner	Privat tjenesteyting
H	Transport og lagring	Privat tjenesteyting og infrastruktur
I	Overnattings- og serveringsvirksomhet	Privat tjenesteyting
J	Informasjon og kommunikasjon	Privat tjenesteyting og infrastruktur
K	Finansierings- og forsikringsvirksomhet	Privat tjenesteyting
L	Omsetning og drift av fast eiendom	Privat tjenesteyting
M	Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting	Privat tjenesteyting
N	Forretningsmessig tjenesteyting	Privat tjenesteyting
O	Offentlig adm. og forsvar, og trykdeordninger underlagt off. forvaltning	Offentlig tjenesteyting
P	Undervisning	Offentlig tjenesteyting
Q	Helse- og sosialtjenester	Offentlig og privat tjenesteyting
R	Kulturell virksomhet, underholdning og fritidsaktiviteter	Offentlig og privat tjenesteyting
S	Annen tjenesteyting	Privat tjenesteyting
T	Lønnet arbeid i private husholdninger	Hushold
U	Internasjonale organisasjoner og organer	Privat tjenesteyting

Det er nærliggende å forvente at abonnenter som forbruker relativt mye vann (store kunder) er mer avhengige av vanntilførselen enn andre. Næringsvirksomhet som er avhengig av store mengder rent vann som innsatsfaktor, eller for renhold, (for eksempel næringsmiddel-, prosess- og farmasøytindustri) kan bli tvunget til å redusere eller stenge virksomheten sin selv ved små variasjoner i vannkvaliteten. Konsekvensene av kokeanbefaling (målt i kroner og ører) kan således bli betydelig større i industri og tjenesteytende sektor enn for husholdningene, selv om det totale vannforbruket er mindre. Dette tilsier at "store kunder" bør være en brukerkategori for vann- og avløpstjenestene, på lik linje med kundekategoriseringen for el-kraft.



Hensynet til brannvern er såpass særegent at man kan vurdere å skille det ut som en egen brukergruppe. Her er det behovet for vanntrykk og restkapasiteten i nettet som er kritisk.<sup>24</sup> Brannvesenet faller inn under brukergruppen "Offentlig tjenesteyting", men man kan også se på brannvern som et anvendelsesområde som angår alle brukergruppene: Ved totalt bortfall av vanttølførsel vil intern brannsikring i form av overrisslingsanlegg og brannslanger ikke fungere. Avbrudd i vannforsyning betyr ikke nødvendigvis at hjem og lokaler må fraflyttes. Det kan være tilstrekkelig å etablere vaktordninger, men brannslukking kan ikke gjennomføres som vanlig.

Litteraturstudien viste at familier med små barn og eldre hjemmeboende er mer utsatt for avbrudd og avvik enn andre grupper. Andre særskilt utsatte brukergrupper<sup>25</sup> vil være institusjoner hvor det offentlige har omsorgsoppgaver for personer med redusert helse, som sykehus, sykehjem og omsorgsboliger. For disse brukergruppene vil konsekvensene av å være uten rent vann kunne bli dramatiske. I enkelte tilfeller vil skoler og barnehager velge å sende barna hjem dersom de ikke har vann, noe som får ringvirkninger i form av at mange foreldre må ta seg fri fra jobb på kort varsel.<sup>26</sup>

### 5.3 Steg 3: Beregne betalingsvilje og konsekvenser av kvalitetsavvik

I Veiledning i beredkapsplanlegging for vannverk (Mattilsynet, 2006) anbefales følgende prinsipper for konsekvensutredninger:

- Ved liten usikkerhet om konsekvens, bør den mest realistiske konsekvensen legges til grunn
- Ved stor usikkerhet om faktisk konsekvens av hendelsen, bør et pessimistisk anslag legges til grunn (føre var prinsippet)

Siden konsekvensene av et brudd i en hovedledning fra Skullerudanlegget i Oslo er svært usikre, tilsier dette at man bør bruke et pessimistisk anslag. For avbrudd under 12 timer, og perioder med redusert vannkvalitet opptil en uke, kan man imidlertid legge til grunn de anslagene man anser som mest realistiske.

Hvis man ønsker å gjøre en samfunnsøkonomisk analyse av et tiltak bør utgangspunktet være at man ønsker å utføre en nytte-kostnadsanalyse (SSØ 2010). Det vil si at alle positive og negative effekter av tiltaket, for alle berørte parter, verdsettes i kroner. I de fleste tilfellene vil man møte på utfordringer ved at mange effekter er kvalitative, snarere enn kvantitative, man kan ha problemer med å avgrense studien med tanke på indirekte kostnader og det kan være utfordrende å finne relevante priser.

En god kartlegging av konsekvenser for ulike brukere og næringer vil kreve et omfattende arbeid. Det er likevel fullt gjennomførbart, for eksempel ved bruk av spørreskjemaer, intervjuer og valgekspesimenter med representanter for ulike brukergrupper og næringer. Man kan vurdere å bruke ulike metoder for å estimere kostnadene for de ulike kundegruppene. For husholdninger kan man få informasjon gjennom observert markedsatferd, eller ved betinget verdsetting (intervju eller spørreundersøkelse). For noen kunder og avvik kan det være relevant å estimere kostnader for avbøtende tiltak, og for store kunder kan man gjennomføre

---

<sup>24</sup> Nok vann til ordinær brannslukking vil si 20 l/s i boligbebyggelse, og 50 l/s i annen bebyggelse, med mindre kommunal ROS avdekker ytterligere behov.

<sup>25</sup> Abonnenter som befinner seg i områder uten to-sidig vannforsyning defineres i noen rapporter som spesielt utsatt fordi *sannsynligheten* for brudd i vannforsyningen er større for disse. I dette avsnittet vurderer vi brukergrupper som er særskilt utsatt fordi *konsekvensene* av forstyrrelser i vannforsyningen vil være relativt store.

<sup>26</sup> I januar 2015 opplevde Halden kommune at begge tilførselsledningene til byen sprang lekk, samtidig som de hadde brudd i tre mindre ledninger. Flere skoler stengte og 40-50 husstander fikk tilkjørt vann. Det meste av vannforsyningen var tilbake neste dag.

case-studier. For de viktigste kundegruppene er det gunstig å kunne nytte to, eller endog flere, tilnærminger for å få gode anslag.

Under gir vi noen enkle regneeksempler som gir et grovt anslag på omfanget av konsekvenser som kan oppstå dersom det går et stort ras i tunnelen med overføringsledningene fra Skullerudanlegget. Disse beregningene er kun ment som illustrasjoner, og flere relevante brukergrupper er ikke dekket. Anslagene som presenteres er svært usikre og må gjennom ytterligere kvalitetssikring dersom de skal brukes til beslutningsstøtte.

### 5.3.1 Hva betaler husholdningene for vannforsyningen?

For å sette betalingsviljen for nye tiltak i perspektiv er det relevant å anslå hvor mye Oslos innbyggere betaler for den vannforsyningen som de har i dag.

Drikkevann levert i kommunale nettverk prises med gebyrer på vann og avløp. Forskrift for kommunale vann- og avløpsgebyrer (Miljøverndepartementet, 2000) legger føringer for hvordan kommunene kan utforme avgiftene. Tjenestene prises etter selvkost-prinsippet. Kommunene har ikke anledning til å kreve inn mer i gebyrer enn det koster å levere tjenestene, men det tillates at tjenestene subsidieres.

Det er den samme forbruksmengden som legges til grunn for både vann- og avløpsgebyret for husholdningene. Det er derfor de samlede utgiftene til som må legges til grunn for kostnadsberegninger. For Oslos del utgjør dette, per dags dato, kr 31,16 pr m<sup>3</sup> inkl. mva. I tillegg kommer et fast abonnementsgebyr på kr 392,- per år inkl. mva.

Hvis man legger til grunn SSBs anslag for døgnforbruk per tilknyttede innbygger i Oslo kommune (174 L), finner man at årlige utgifter til vann og avløpstjenester er ca. 2370 kr per tilknyttede innbygger. For de 136 000 innbyggerne som kan bli berørt av kokeanbefaling ved steinras over Skullerudledningene utgjør de årlige avgiftene ca. 322 millioner kroner.

### 5.3.2 Eksempel 1: Husholdning - En måneds kokekokeanbefaling

De direkte økonomiske kostnadene knyttet til å koke drikkevann i en måned kan beregnes på følgende måte:

Vannbehov: 2 liter per innbygger per døgn.

Elektrisitetskostnad: Gjennomsnittlig elektrisitetspris i 1. kvartal 2015, inklusive avgifter og nettleie var 86,4 øre/kWh (kilde: SSB).

Energibehov for å koke 1L vann i vannkoker: 0,13kWh/L (kilde: Enova).

Vann- og avløpsavgift: Prisen på vannet vil være lik som tidligere og utgjør derfor ingen merkostnad.

Utrekningen blir da som følger:  $2 \text{ L /innbygger/dag} * 0,13 \text{ kWh/L} * 86,4 \text{ øre/kWh} * 30 \text{ dager} = 6,74 \text{ kr/innbygger}$ .

Dersom 136 000 innbyggere skulle motta kokeanbefaling i 12 måneder, noe som er et mulig utfall ved et fremtidig brudd i hovedledningen fra Skullerud-anlegget, vil de direkte økonomiske kostnadene for vannkokingen beløpe seg til ca. 11 millioner kroner.

Ulempen ved å eventuelt ikke ha vannet tilgjengelig til enhver tid, at vannet har "feil" temperatur, og at det kan assosieres med urenheter selv om det er hygienisk trygt å drikke, kan utgjøre en større konsekvens for innbyggerne enn de økonomiske kostnadene knyttet til å koke vannet. For de som ikke ønsker å drikke kokt springvann er det et alternativ å kjøpe vann på flaske eller tank i butikk.

For innbyggere som velger å kjøpe drikkevann på flaske i stedet for å koke vann fra springen, vil kostnadene øke betraktelig. Prisen for flaskevann ligger anslagsvis i intervallet 10-35 kr per liter, avhengig av emballasje, merke og utsalgssted. Månedskostnaden for en innbygger som kjøper 2 liter vann á kr 10,- hver dag blir kr 600,-. For en familie på fire tilsvarer dette en ekstrautgift på kr 2400,- i måneden, og i underkant av kr 30 000,- for et år. Dersom man legger til grunn at konsumert drikkevann fordeler seg med like andeler kokt og innkjøpt vann (med pris kr 10,- per liter) vil kostnaden knyttet til kokeanbefaling beløpe seg til ca. 495 millioner kroner totalt for de berørte innbyggerne. (Med en literkostnad på kr 35,- for flaskevannet vil en slik løsning koste ca. 1,7 milliarder kroner totalt for et år.)

Det er ikke mulig å forutsi med sikkerhet hvordan markedet for vann i butikk vil reagere på et stort brudd i Skullerud-ledningene. Økt etterspørsel etter vann vil i seg selv gi et positivt press på prisene (prisene øker). Samtidig kan økt bevissthet om kostnadene for flaskevann blant konsumentene resultere i økt priskonkurranse og derigjennom lavere literpriser. Responsen i markedet vil sannsynligvis være rask, men man kan tenke seg at prisutviklingen vil endre karakter over tid, etterhvert som mer informasjon om bruddets varighet blir tilgjengelig.

Det vil også være risiko for at noen innbyggere pådrar seg sykdom på grunn av manglende varmebehandling. SINTEF har kalkulert kostnader og økonomiske konsekvenser for bedriftene ved 1 ukes sykemelding til å være kr 13 000,- i 2010 (SINTEF, 2011). Dette kan utgjøre en betydelig del av de samfunnsøkonomiske konsekvensene ved kokeanbefaling.

### 5.3.3 Eksempel 2: Husholdning - Fravær av vann

Ved fullstendig og langvarig avbrudd i vannforsyningen er midlertidig fraflytting av bolig et sannsynlig utfall. Med i overkant av 1600 berørte innbyggere, kan man anta at ca. 800 – 1 000 husholdninger må flytte fra hjemmene sine. 2- og 3-roms leiligheter til leie i Søndre Nordstrand prises i dag med 10 000 – 15 000 kroner på formidlingsportalen Finn.no. Rekkehus og større leiligheter i bydelen koster ca. 20 000 kroner i månedsleie. Det er kun et 30-talls leiligheter tilgjengelig i markedet i dag, så det vil neppe være mulig finne alternativ bolig til alle som ønsker det i området.

Leieboerforeningen opplyser på sine nettsider<sup>27</sup> at leieprisene for 3- og 2-roms leiligheter i Østensjø, Nordstrand og Søndre Nordstrand var henholdsvis 7,5 og 9,1 % lavere enn snittprisene for Oslo i 2013. Med andre ord har det stor betydning hvorvidt de som må flytte kan forbli boende området eller ikke.

Med en anslått månedspris på kr 15 000, 12 måneders leiekontrakt og behov for 800 leiligheter, vil ekstra boutgifter beløpe seg til 144 millioner kroner. Økt etterspørsel vil i tillegg kunne føre til prisøkninger.

Flyttekostnader, sikring av eget hjem mot innbrudd og økte pendlerkostnader (tidsbruk og utlegg) pga. lengre vei til jobb, skole og barnehage kommer i tillegg.

### 5.3.4 Eksempel 3: Kostnader for Oslo VAV

Dersom Skullerudsledningene skulle bli satt ut av spill i en lengre periode, så vil Oslo VAV måtte dekke flere uforutsette utgifter. En annen stor hendelse kan gi en pekepinn på omfanget: Ved Giardia-utbruddet i Bergen i 2004 brukte vann- og avløpsetaten 2,4 millioner kroner på en ekstern granskning. De måtte også refundere 6 millioner kroner til abonnentene for brudd på service-erklæringen. Service-erklæringen sier at alle som opplever avstengning i mer enn 12 timer kan bli refundert 200 kr. Oslo kommune har en tilsvarende service-erklæring til sine innbyggere. I tillegg kommer kostnader knyttet til internt arbeidet med oppfølging av bruddet, ekstra kostnader for midlertidige løsninger for å sikre vannforsyningen og informasjonsarbeid til publikum og myndighetene.

<sup>27</sup> <https://www.leieboerforeningen.no/Aktuelt/tabid/277/ID/792/Om-leieboliger-og-prisniva.aspx>; 2. oktober 2015.

Det vurderes som sannsynlig at det vil oppstå krav om hurtig igangsetting av prosjektet med ny hovedvannledning fra Skullerudanlegget til Enebakkveien. Tidspresset kan medføre at denne utbyggingen blir dyrere enn det som er budsjettert i dag. Det bør også forventes flere søksmål mot Oslo kommune fra innbyggere og bedrifter som krever kompensasjon for tap de mener de er påført. Ski kommune kan også kreve erstatning for avtalebrudd dersom Oslo ikke klarer å levere vannet de har forpliktet seg til.

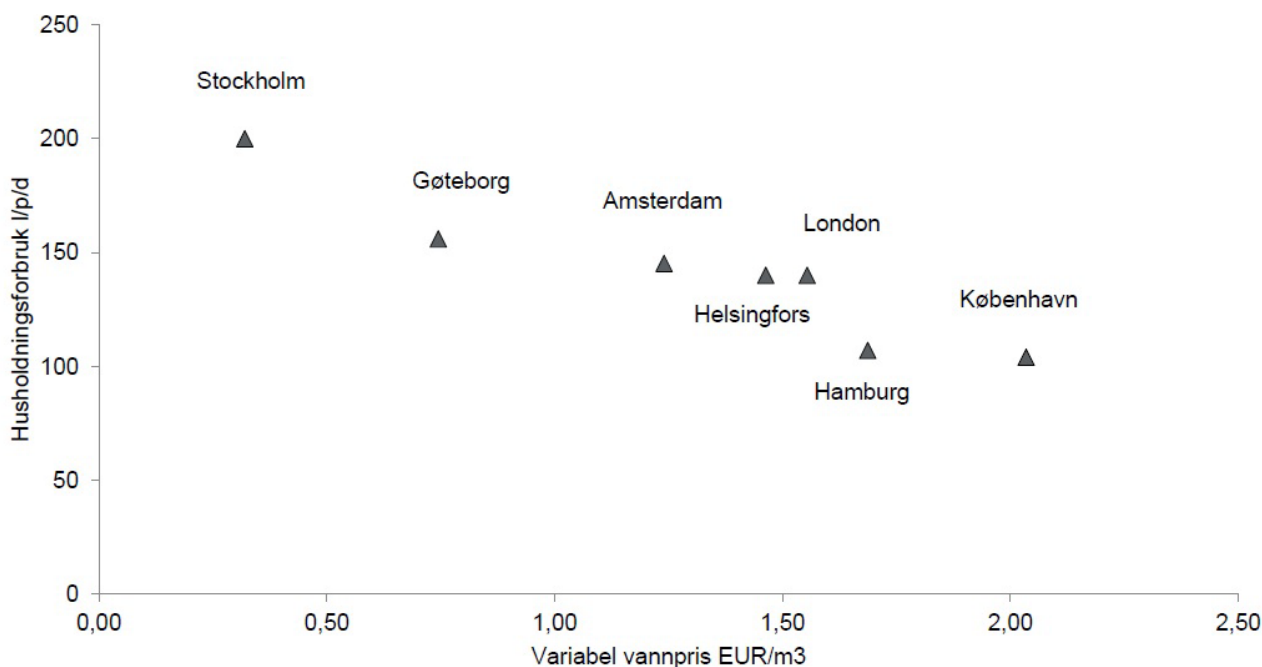
Vi kjenner ikke til at det er gjort verdsettelsesstudier som støtter opp om størrelsen på kompensasjonsbeløpet. I dette tilfellet er det mest relevant å gjennomføre en studie av aksepteringsvilje (willingness to accept), snarere enn betalingsvilje (willingness to pay). I slike studier blir respondentene spurt om hvor høy kompensasjon de må bli tilbudt for at de frivillig skal gi avkall på den rettigheten de sitter med. Selv om det teoretisk er slik at verdien av et produkt eller rettighet er uavhengig av om respondenten har eierskap til det som verdsettes, viser mange eksperimenter at verdsettelse basert på aksepteringsvilje typisk resulterer i høyere verdi enn verdsettelse basert på betalingsvilje. Dette er spesielt tilfelle for goder som ikke vanligvis omsettes i et marked, slik som rettigheten til en robust drikkevannsforsyning (Horowitz og McConnell, 2002).

### 5.3.5 Eksempel 4: Priselastisitet

Betalingsviljen for et produkt kan ofte utledes fra etterspørselens priselastisitet. Dette målet angir hvor mange prosent etterspørselen endrer seg dersom prisen endres med 1 %. For normale goder vil etterspørselen avta når prisen øker, og man sier at etterspørselen er elastisk dersom reduksjonen i etterspørselen i prosent er større enn den prosentvise økningen i prisen.

Oslo kommune vedtok å øke vann- og avløpsgebyrene med 22 % i 2015. Dette kunne i prinsippet vært en god anledning til å undersøke innbyggernes betalingsvilje. Men siden det kun er ca. 4 700 abonnenter med installert vannmåler i Oslo, vil det ikke registreres endringer i forbruket for de aller fleste husholdningene. Den eneste muligheten de andre husholdningene har til å redusere sine utgifter til vann- og avløp er å flytte til en mindre bolig. Det kan også stilles spørsmål ved representativiteten til den gruppen som har valgt å installere vannmålere. Det kan tenkes at det i hovedsak er abonnenter i boliger med stort bruksareal og lavt vannforbruk som har valgt å benytte vannmålere, fordi det stipulerte forbruket ville blitt for høyt for denne gruppen.

Smith (2003) fant at det er stor variasjon i hvordan kommunene setter vann- og avløpsgebyrene sine. Etter 2000 ble det åpnet for å dele avgiftene inn i en fast og en variabel del, og det gjør at kommunene valgte vidt forskjellige løsninger. Abonnementsgebyrene varierte i 2002 mellom 81 og 3 600 kroner for vann, og fra 54 til 3 600 kr for avløp. Forbruksgebyrsatsen lå i spennet 1,41 – 13,50 kr for vann og 0,04 – 27,06 kr for avløp. Hvis disse forskjellene er opprettholdt over tid, vil man kunne forvente at vannforbruket har tilpasset seg slik at innbyggere som betaler relativt lite for vannet forbruker relativt mye. Et slikt mønster har man tidligere funnet blant nord-europeiske storbyer, se figur 5.



**Figur 5 Husholdningsforbruk av vann i utvalgte nord-europeiske storbyer. Kilde: Schade m.fl. (2014).**

Studier av effekten av å installere vannmålere viser at vannforbruket reduseres i husholdninger som får vannmåler installert (Schade m.fl. 2014). Vi kjenner imidlertid ikke til studier som har anvendt vannmålere til å studere hvor sensitivt forbruket er for prisendringer på kort sikt

#### 5.4 Steg 4: Totalvurdering av samfunnsnyttens

Når man har innhentet anslag på nytteverdien av et tiltak, vil man vurdere disse mot kostnaden av tiltaket. Samfunnsøkonomisk teori tilsier at alle tiltak med positiv netto nytte for samfunnet bør gjennomføres. Betalingsviljen for forsyningssikkerhet vil imidlertid variere betydelig mellom de ulike abonnentene og brukergruppene, og i et investeringsperspektiv er det likevel ikke sikkert at det tiltaket som har vært analysert er det tiltaket som er best egnet for å maksimere nytten for samfunnet. Kanskje finnes det mer målrettede tiltak, som er mindre omfattende og rimeligere å gjennomføre, som kan bedre forsyningssikkerheten for de brukerne som verdsetter det høyest? Slike avveininger kan gjøres i en optimeringsmodell slik som beskrevet i rapporten Samfunnsøkonomisk optimale investeringer i robust drikkevannsinfrastruktur (Lium m.fl. 2015).

I praksis kan det vise seg umulig å diskriminere abonnentene slik at de som har mest nytte av tiltaket også betaler mest. Typisk vil kostnadene for et tiltak legges inn i avgiftsnivået med en prosentvis lik økning for alle abonnentene. Den samlede kostnaden for vann og avløpstjenester vil sannsynligvis fortsatt være lavere enn betalingsviljen for drikkevann. Det er derfor ikke nødvendigvis usolidarisk, eller urettferdig, dersom kostnaden for forsyningssikkerhet dekkes av alle brukere, uavhengig av den individuelle betalingsviljen.

I noen tilfeller kan man tenke seg at betalingsviljen til enkeltaktører bør tillegges mer vekt enn andre. Det kan skyldes politiske hensyn som faller utenfor den samfunnsøkonomiske analysen. Som nevnt kan det være flere forhold som gjør at man ikke klarer å utarbeide en fullverdig nytte-kostnadsanalyse, og beslutningstaker kan, og bør, bidra med egne betraktninger knyttet til dette. For eksempel kan en stor bedrift med mange ansatte vurdere sin betalingsvilje ut fra et driftsøkonomisk perspektiv, mens husholdningene fokuserer på sin hjemmesituasjon og egen velferd. Kommunens beslutningstaker kan da mene at hensynet til husholdningenes jobbsikkerhet ikke er godt nok ivarettatt, og at tiltaket er samfunnsmessig lønnsomt selv om summen av den estimerte betalingsviljen for bedriften og husholdningene ikke forsvaret kostnaden for tiltaket.

## 6 Konklusjon og oppsummering

Utgangspunktet for denne rapporten var å kartlegge hvordan man bør gå frem for å vurdere verdien av tiltak som øker robustheten i vannforsyningen. Vi har gjennomgått det vi fant av relevant litteratur, samt kartlagt den empiriske rapporteringen som gjøres i Norge. Hovedfunnene fra dette arbeidet er som følger:

- Det samles ikke inn statistikk på nasjonalt nivå som er egnet til å anslå hvor lenge abonnenter utsettes for brudd i vannforsyningen.
- Historiske tilfeller med langvarige kokepåbud (eksempelvis Bergen i 2004) gir kun anekdotisk informasjon om konsekvensene dette har for tilknyttede husholdninger og bedrifter.
- Det gjøres få brukerundersøkelser på kommunalt nivå.
- Internasjonale studier om betalingsvilje tar ofte utgangspunkt i land og byer med betydelig større problemer med vannforsyningen enn vi har i Norge.
- De fleste studiene undersøker betalingsvilje for relativt små forbedringer i vannforsyningen.
- Verdien av robust vannforsyning for industri og næringsliv er lite dokumentert. Det er en overvekt av de eksisterende studiene som omhandler betalingsvilje for husholdninger.
- Reguleringen av elektrisitetsmarkedet i Norge har flere likhetstrekk med reguleringen av kommunal vannforsyning. Arbeidet som er gjort innen konsekvensutredning for ikke-levert energi er en relevant kilde til inspirasjon for videre arbeid med verdsettelse av robust vannforsyning.

Beregninger i denne rapporten viser at konsekvensene av et mulig stort og langvarig brudd i en hovedvannledning fra Skullerud vannbehandlingsanlegg minst vil føre til kostnader på 644 millioner kroner for husholdningene. Anslaget er kun basert på noen få direkte utgifter forbundet med langvarig kokepåbud og fravær av vann. De totale kostnadene kan bli flere ganger så store, avhengig av hvordan husholdningene og det lokale markedet for vann og boliger tilpasser seg. Vi har ikke hatt grunnlag for å anslå konsekvensene for næringslivet i regionen. For å oppnå bedre anslag på verdien av investeringer i robusthet anbefales det å gjøre empiriske undersøkelser som involverer kontakt med de ulike kundegruppene.

I praktisk gjennomføring av verdsettelsesstudier benyttes både spørreskjemaer og valgekspesimenter (stated choice experiments), kombinert med avansert statistisk analyse (eksempelvis mixed logit-modeller). Slike studier baserer seg på en antakelse om at respondenten har en klar formening om egne preferanser. Mange innbyggere vet derimot ikke hva de betaler for drikkevannet i dag, og de kan dermed ha problemer med å oppgi et realistisk anslag på betalingsviljen for å unngå en tenkt situasjon. En annen utfordring er at det ikke er sikkert at innbyggerne innser sammenhengen mellom det de betaler i kommunale avgifter, og jobben som kommunen gjør for å sikre vannforsyningen.

Det er et tydelig behov for bedre kartlegging av bedrifters tap som følge av kvalitetsforringelse i vannforsyningen. Det er imidlertid ikke åpenbart hvordan man bør dele ulike bedrifter inn i brukerkategorier. En spørreundersøkelse til et representativt utvalg av bedriftene i området kan gi informasjon om en tentativ inndeling etter sårbarhet for variasjoner i forsyningskvaliteten. Deretter kan man gjennomføre mer detaljerte studier i form av telefonintervju eller case-studier for å fastslå konsekvensbildet i større grad. Et slikt arbeid vil være omfattende, men det vil også ha relevans for andre land enn Norge.

En annen metode som ville bedret det eksisterende beslutningsgrunnlaget ville være å basere verdsettingen på faktisk adferd, snarere enn hypotetiske utsagn. Til det trenger man å evaluere hvordan bedrifter og husholdninger tilpasser seg større avbrudd i vannforsyningen. Siden langvarige og omfattende avbrudd er sjeldne i velutviklede land, kan det være aktuelt å studere hendelser utenfor Norge.



## 7 Referanser

Abrahams, N., A. Hubbell, B. J. og Jordan, J.L. (2000) Joint production and averting expenditure measures of willingness to pay: Do water expenditures really measure avoidance costs. *American Journal of Agricultural Economics* 82(2): 427–437.

Adamowicz, W., Dupont, D., Krupnick, A. og Zhang, J. (2011) Valuation of cancer and microbial disease risk reductions in municipal drinking water: An analysis of risk context using multiple valuation methods. *Journal of Environmental Economics and Management*, 61(2): 213–226.

Beaumais, O., Briand, A., Millock, K. og Nauges, C. (2014) What are households willing to pay for better tap water quality? A cross-country valuation study. FEEM Working Paper No. 24.2014.

Beaumais, O., Briand, A., Millock, K. og Nauges, C. (2010) What are households willing to pay for better tap water quality? A cross-country valuation study. CES working papers 2010.51, Centre d'Economie de la Sorbonne, University Paris 1 Panthéon- Sorbonne.

Bogale, A. og Urgessa, B. (2012) Household's willingness to pay for improved rural water service provision: Application of contingent valuation method in Eastern Ethiopia. *Journal of Human Ecology*, 38(2), 145-154.

Cho, Y., Easter, K. W., McCann, L. M. J. og Homas, F. (2005) Are rural residents willing to pay enough to improve drinking water quality? *Journal of the American Water Resource Association*, 41(3) 729-740.

Dupont, D. (2005) Tapping into Consumers' Perceptions of Drinking Water Quality in Canada: Capturing Customer Demand to Assist in Better Management of Water Resources. *Canadian Water Resources Journal*, 30(1): 11–20.

FIN (2014) Prinsipp og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Rundskriv R-109/14, Finansdepartement, Oslo.

Genius, M., Hatzaki, E., Kouromichelaki, E. M., Kouvakis, G., Nikiforaki, S., Tsagarakis, K. P. (2008) Evaluating Consumer's willingness to pay for improved potable water quality and quantity. *Water Resource Management*, 22, 1825-1834.

Gunatilake, H., Yang, J.-C., Pattanayak, S., van der Berg, C. (2006) Willingness-to-Pay and Design of Water Supply and Sanitation Projects: A Case Study, *ERD Technical Note Series No. 19* Asian Development Bank.

Gunatilake, H., Yang, J.-C., Pattanayak, S., Choe, K. A. (2007) Good Practices for Estimating Reliable Willingness-to-Pay Values in the Water Supply and Sanitation Sector., *ERD Technical Note No. 23* Asian Development Bank.

Hensher, D., Shore, N., Train, K. (2005): Households' Willingness to Pay for Water Service Attributes, *Environmental & Resource Economics* 32: 509–531.

Hensher, D., Shore, N., Train, K. (2006): Water Supply Security and Willingness to Pay to Avoid Drought Restrictions. *Economic Record*, 82: 56–66.

Hofman, M., Seljeseth, H., Volden, G. H., Kjølle, G.H. (2010): Study on Estimation of Costs due to Electricity Interruptions and Voltage Disturbances, SINTEF rapport TR A6978.

Horowitz, J. K., McConnell, K. E. (2002): A review of WTA/WTP studies, *Journal of Environmental Economics and Management* 44(3): 426-447.

Jiang, Y., Jin, L., Lin, T. (2011): Higher water tariffs for less river pollution-evidence from Min River and Fuzhou City, People's Republic of China. *China Economic Review* 22, 183–195.

Lium, A., Bjørkvoll, T., Halvorsen, T. (2015): Samfunnsøkonomisk optimale investeringer i robust drikkevannsinfrastruktur. SINTEF-rapport A27236.

MacDonald, D. H., Barnes, M., Bennett, J., Morrison, M., & Young, M. D. (2003): What consumers value regarding water supply disruptions: A discrete choice analysis. *Journal of American Water Association*.

Mattilsynet (2006) Veiledning i beredskapsplanlegging for vannverk.

Miljøverndepartementet (2000) Forskrift om kommunale vann- og avløpsgebyrer T-1157.

Nøtterøy kommune (2006) Hovedplan for vann: Hovedrapport.

Poe, G. Bishop, R. C. (1999) Valuing the Incremental Benefits of Groundwater Protection when Exposure. *Environmental and Resource Economics*, 13: 341–367.

Schade, M., Vingan A., Paus R., Ødegård, J., Bomo, A. (2014): Tiltak for vannforbruksreduksjon i husholdningene – En erfaringsinnhentning. Powerpoint-presentasjon, Norconsult.

Sun, H., Bergstrom, J. C., & Dorfman, J. H. (1992) Estimating the benefits of groundwater contamination control. *Southern Journal of Agricultural Economics*, 24(2), 63-71.

SINTEF (2011) Bedriftenes kostnader ved sykefravær, SINTEF rapport A19052.

Smith, T. (2003): Vann- og avløpsgebyrer – En gjennomgang av kommunenes praksis. Notat 2003/8, Statistisk sentralbyrå.

SSØ (2010): Veileder - Håndbok for samfunnsøkonomiske analyser. Senter for statlig økonomistyring.

Tanellari, E. (2011): *Essays on the Economics of Drinking Water Quality and Infrastructure*, PhD dissertation.

Tanellari, E., Bosch, D., Boyle, K., Mykerezzi, E. (2014): On consumers' attitudes and willingness to pay for improved drinking water quality and infrastructure, *Water Resources Research*, 10.1002/2013WR014934.

Wahid, N. A., Hoo, C. K. (2015): Factors Determining Household Consumer's Willingness to Pay for Water Consumption in Malaysia. *Asian Social Science* 11(5) 27-32.

Wendimu, S., Bekele, W. (2011): Determinants of individual willingness to pay for quality water supply: The case of Wonji Shoa Sugar Estate, Ethiopia. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 3(15) 474-480.

Willis, K. G., Scarpa R., Acutt M. (2005): Assessing water company customer preferences and willingness to pay for service improvements: A stated choice analysis, *Water Resources Research* 41(2), W02019.



Whitehead, J.C (2006) Improving Willingness to Pay Estimates for Quality Improvements through Joint Estimation with Quality Perceptions, *Southern Economic Journal*, 73(1): 100-111.



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)