

Norsk Vann

Rapport

218 | 2016



Vann til brannslukking og sprinkleranlegg



Norsk Vann Rapport

Det utgis tre typer rapporter:

Rapportserie A

Dette er de opprinnelige hovedrapportene.

Dette kan være:

- Rapportering av prosjekter som er gjennomført innenfor organisasjonens eget prosjektsystem
- Rapportering av spleiselagsprosjekter hvor to eller flere andelseiere i Norsk Vann BA samarbeider for å løse felles utfordringer
- Rapportering av prosjekter som er gjennomført av andelseiere eller andre.
Rapporten vil i slike tilfeller kunne være en ren kopi av originalrapporten eller noe bearbeidet

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B

Dette er en serie for «enklere» rapporter, for eksempel forprosjekter, som vil være grunnlag for videre prosjektvirksomhet mm.

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C

Dette er rapporter delfinansiert av Norsk Vann, men som er utgitt av andre.

Fortløpende nummer Cxx-årstall

Illustrasjoner på forsiden:

Adresseavisen, Norsk Vann og

Hedmark Interkommunale Brannvesen.

Bildene forøvrig tatt av:

SP Fire Research

Aurskog-Høland kommune

Tegninger: Amund Doseth Bjorli



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar

Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no

www.norsk vann.no



Prosjekresultatene fra Norsk Vann Rapport (serie A og B) kan fritt benyttes internt i egen organisasjon. Når prosjekresultatene benyttes i skriftlig materiale, må kilde oppgis. Videre salg/ formidling av resultatene utover dette er kun tillatt etter skriftlig avtale med Norsk Vann BA.

Norsk Vanns rapporter utarbeides i samspill mellom rådgiver, styringsgruppe og referansegruppe for prosjektet og er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer. Norsk Vann har ikke ansvar for feil eller ufullstendigheter som måtte forekomme i rapporten og kan ikke stilles økonomisk eller på annen måte til ansvar for problemer som måtte oppstå som følge av bruk av rapporten.

Norsk Vann Rapport

**Norsk Vann BA**

Adresse: Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Telefon: 62 55 30 30
E-post: post@norsk vann.no
Internettadresse: norsk vann.no

Rapportens tittel

Vann til brannslukking og sprinkleranlegg

Forfatter(e)

Willy Thelin, SINTEF og Ragnar Wighus, SP Fire Research

Rapportnummer: 218 - 2016

ISBN 978-82-414-0377-4 (trykt utgave)

ISBN 978-82-414-0378-1 (elektronisk utg.)

ISSN ISSN 1504-9884 (trykt utgave)

ISSN ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)

Emneord, norske

Brannslukking, sprinkleranlegg, slokkevann, drikkevann

Emneord, engelske

Firefighting, sprinkler, potable water

Forord



Regelverket for levering av vann til brannslukking og sprinkleranlegg er uklart og lite harmonisert. Dette medfører at det ikke er noen klar ansvarsdeling mellom kommune, vannverk, brannvesen og objekteier. Konsekvensene kan være unødige konflikter, samfunnsmessig lite lønnsomme investeringer eller at skadeomfanget ved brann blir større enn nødvendig.

Målet med prosjektet er å avdekke uklarheter i regelverket og gi anbefalinger om hvordan forskrifter og veiledninger kan utformes slik at ansvarsforholdene blir tydeligere for alle involverte parter. Det gis anbefalinger om hvordan nødvendige slokkevannsmengder kan vurderes når moderne slokkeutstyr og metoder tas i bruk og hvordan disse vannmengdene bør skaffes der offentlig vannforsyningsnett har for liten kapasitet. Prosjektrapporten beskriver også hvordan vannverket bør beregne tilgjengelig kapasitet og hvordan en kan unngå konflikt mellom god drikkevannskvalitet og stor vannkapasitet til brannslukking og sprinkleranlegg.

Rapporten er utarbeidet av Willy Røstum Thelin, SINTEF og Ragnar Wighus, SP Fire Research. DHI har utarbeidet en delrapport om tilgjengelig kapasitet i norsk vannforsyningsnett.

Styringsgruppen for prosjektet har bestått av:

- Arne Bergo, Driftsassistansen VA i Hordaland
- Sylvei Holt, Aurskog-Høland kommune
- Håvard Grønstad, FNO/FG
- Torgeir Dybvig, Hedemarken Interkommunale brannvesen
- Johan Martin Lund, Oslo kommune
- Ann-May Berg, Tromsø kommune

En referansegruppe bestående av følgende personer har kommet med verdifulle innspill underveis:

- Anders Due Nordli, Fredrikstad kommune
- Ståle Enge, Bodø kommune
- Gunnar Mosevoll, Skien kommune
- Martin Opdal, Bergen kommune
- Jan B Flore, Stryn kommune
- Jan Roger Aas, Årnes Vannverk SA
- Mona Ellingsen, Nes kommune
- Øyvind Gulbrandsen, Ullensaker kommune
- Bodil Nevjar Martinsen, Drammen kommune
- Tommy Jacobsen, Tromsø kommune

Flere vannverk og brannvesen samt Brannteknisk forening kommet med nyttige merknader i høringsprosessen.

Norsk Vanns prosjektleder har vært konsulent Einar Melheim.

Anbefalingene i rapporten er drøftet i styringsgruppen. Både referansegruppen og øvrige høringsinstanser har kommet med innspill som har bidratt til økt presisjon og tydeligere formuleringer. Anbefalingene er ikke behandlet i Norsk Vanns styrende organer.

Norsk Vann takker alle som har bidratt til rapportens innhold. Forhåpentlig vil den bidra til et klarere regelverk og en bedre dialog mellom vannverk, brannvesen og sprinklerbransjen.

Hamar, mai 2016
Einar Melheim, Norsk Vann

Sammendrag

Målsettingen med prosjektet er å bidra til at aktuelle aktører skal få en bred forståelse om bruk av ulike slokkemetoder, tilhørende vannbehov og hvordan nødvendig vannmengde kan skaffes uten store ulemper for den ordinære drikkevannsforsyningen. Regelverket om ansvar for levering av vann til brannslukking og sprinkleranlegg er uklart og lite harmonisert. Det resulterer i ulike tolkninger og en praksis som ofte medfører konflikter og mindre optimale løsninger. Rapporten gir begrunnede anbefalinger om en rekke tema som er aktuelle for vannforsyning til brannslukking og sprinkleranlegg:

Kartlegging av brannvannskapasitet

Grunnlaget for en konstruktiv dialog og relevante føringer for uttak av vann fra ledningsnettet, er at vannverket har god informasjon om ledningsnettet de vannmengdene som er tilgjengelig. Denne informasjonen må presenteres på en egnet måte og kommuniseres til alle som har behov. Alle vannverk som leverer vann til over 1000 personer bør benytte en hydraulisk nettmodell. Rapporten gir anbefalinger om vannforsyning til sprinkleranlegg og gjennomføring av tappeprøver.

Brannvann i planarbeid og byggesaksbehandling

Forsyning av både drikkevann og vann til brannslukking og sprinkling er en viktig del av grunnlaget for utarbeidelse av arealplaner. Rammeplan for vann, avløp og overvann (VAO) bør inngå i alle reguleringsplaner. Brann- og eksplosjonsvernloven krever at alle kommuner gjennomfører ROS-analyse for å kartlegge behovet for slokkevann og hvordan dette behovet kan dekkes fra ulike kilder.

Det bør ikke gis byggetillatelse før det er dokumentert hvordan behovet for vann til brannslukking og sprinkleranlegg er dekket.

Aktuelt lovverk

Rapporten beskriver lovverket som er relevant for levering av vann til brannslukking og sprinkleranlegg. Det drøftes hvordan regelverket kan brukes i praksis.

I rapporten foreslås ny fullstendig veiledningstekst til Forskrift om brannforebygging og Byggteknisk forskrift.

Konsekvenser ved levering av brannvann i forhold til drikkevannskvalitet

I rapporten drøftes ulike faktorer som kan bidra til forurensning og forringelse av drikkevannskvalitet. Det gis anbefalinger om hvordan en kan redusere faren for å forurense drikkevannet.

Slokkemetoder og tilhørende vannbehov

Det drøftes hvordan ulike slokketeknikker og valg av utstyr

påvirker brannvesenets behov for slokkevann. Det gis mange eksempler på nye og effektive metoder som gjør det mulig å slokke med lavere vannforbruk enn de tradisjonelle metodene som bruker store mengder vann.

Forbedringer i praksis og regelverk

Nettmodell i noen representative kommuner viser at store deler av vannledningsnettet ikke kan levere hhv 20 og 50 liter per sekund som er de preaksepterte verdiene i veiledning til Byggteknisk forskrift. Det anbefales at det virkelige behovet for slokkevann kartlegges i en ROS-analyse ut fra type bebyggelse samt brannvesenets organisering, strategi og utstyr. Nødvendig slokkevann som ikke kan skaffes fra vannledningsnettet, hentes fra andre vannkilder. Dette kan være tankbil eller lokale kilder og basseng. Det gis også anbefaling om hvordan kravene knyttet til avstand til slokkevannsuttak kan tilfredsstilles uten at det må etableres kummer eller hydranter med uhensiktsmessig korte avstander.

Oppsummering og anbefaling:

1. Kartlegg hvor mye vann som kan tas ut fra ledningsnettet
2. Vurder det reelle behovet for slokkevann forutsatt at moderne slokkemetoder benyttes
3. Planlegg hvordan eventuell manglende vannmengde kan skaffes fra andre kilder

English summary

This report is published in Norwegian by Norwegian Water BA (Norsk Vann BA).

Address: Vangsvegen 143, NO-2321 Hamar, Norway
Phone: + 47 62 55 30 30
E-mail: post@norsk vann.no
Website: www.norsk vann.no

Author: Willy Thelin, SINTEF og Ragnar Wighus, SP Fire Research

ISBN 978-82-414-0377-4 (printed edition)
ISBN 978-82-414-0378-1 (electronic edition)
ISSN 1504-9884 4 (printed edition)
ISSN 1890-8802 (electronic edition)

Report no: 218/2016
Report title: Water to firefighting and sprinkler

Summary

The objective with this project is to give current actors a wide understanding about use of different methods in firefighting, associated need of water capacity and how necessary amount of water to be provided without great harmfulness to the ordinary potable water supply. The regulations of responsibility to deliver water to firefighting and sprinkler is unclear and small harmonized. The result of this is different interpretations and a practice who often causes conflicts and sub-optimal solutions. The report gives informed recommendations on many items relevant on water to firefighting and sprinkler:

- Survey on water capacity to firefighting
- Water to firefighting in planning and building permits
- Applicable legislation
- Consequences on ordinary potable water supply
- Different methods of firefighting and associated need of water
- Amendments in practice and legislation

Innhold

1. Innledning	8	3. Slokkemetoder og tilhørende vannbehov	33
1.1. Bakgrunn	8	3.1. Vann som slokkemiddel	33
1.2. Målsetning	9	3.1.1. Kjøling med vann – hvor mye vann trengs?	33
1.3. Omfang og innhold	9	3.1.2. Viktigheten av slokkestrategi	34
1.4. Definisjoner	10	3.2. Brannvesenets behov for slokkevann	35
2. Brannvanns praksis i kommunene	11	3.3. Slokketeknikker	37
2.1. Kartlegging av brannvannskapasitet	11	3.3.1. Vanntåke – portable metoder	37
2.1.1. Hydrauliske nettmodeller	11	3.3.2. Skum	38
2.1.2. Bruk av informasjon fra nettmodeller	12	3.3.3. Branngel	39
2.1.3. Vannmengder til brannslukking	14	3.3.4. Tørrørs vanntåkesystem	39
2.1.4. Anbefalinger – kartlegging av brannvannskapasitet	14	3.3.5. Vannbehov ved ulike slokketeknikker	40
2.1.5. Anbefalinger – kommunikasjon mellom vannverk og brannvesen	14	3.3.6. Oppsummering vedrørende slokketeknikk	40
2.2. Beskrivelse av lovverk	15	3.4. Vurdering av slokkevannsbehov	41
2.3. Brannvann i planarbeid og byggesaksbehandling	20	3.4.1. Regelverk og slokkevannsbehov i Sverige	41
2.3.1. Brannvann som en del av kommunens planprosesser	20	3.4.2. Beregningsmetoder for brannvannsbehov	42
2.3.2. Eksempler på problemstillinger knyttet til gradvis fortetning i allerede utbygde områder	22	3.4.3. Vurdering av faktisk slokkevannsbehov ut fra eksperimenter	43
2.3.3. Kommunens driftsansvar	23	3.4.4. Vurderinger av lovverkets krav til slokkevannskapasitet	43
2.3.4. Vannforsyning til sprinkleranlegg og krav til tappeprøver	24	4. Praksis og regelverk	45
2.3.5. Anbefalinger – planarbeid, byggesaksbehandling og ROS analyse	26	4.1. Forbedringer i praksis og regelverk	45
2.3.6. Anbefalinger – vannforsyning til slokkevann – Hvordan påse at brannvesenets behov for slokkevann er oppfylt?	27	4.1.1. Kapasitet i vannforsyningsnettet	45
2.3.7. Anbefalinger – vannforsyning til sprinkleranlegg	27	4.1.2. Dagens regelverk og krav til slokkevannsmengder	45
2.4. Konsekvenser for drikkevannskvalitet	28	4.1.3. Behov for oppdatering av Veiledning til forskrift om brannforebygging	46
2.4.1. Undertrykk	29	4.1.4. Bruk av tankbil i tettbygd område	47
2.4.2. Oppholdstid og drikkevannskvalitet	30	4.1.5. Avstand til slokkevannsuttak	49
2.4.3. Spyleeffekt	31	4.2. Forsalg til ny veiledningstekst til Forskrift om brannforebygging – § 21 Vannforsyning og byggeteknisk forskrift (TEK 10)	50
2.4.4. Anbefalinger – redusere faren for å levere forurenset drikkevann	31	Vedlegg	53
		Vedlegg A: Utdrag fra retningslinjer for brannvannsdekning og sprinkleranlegg i Bærum kommune	53
		Vedlegg B: Retningslinjer for forsyning av slokke- og sprinklervann	53
		Vedlegg C: Test av vanntåke som overtenningsbeskyttelse.	56
		Vedlegg D: DHI rapport – Brannvann i Norge	56
		Vedlegg E: Eksempel på utrustning av brannvesen og bruk av vaktstyrke med fremskutte enheter i Sverige	60

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Regelverket for levering av vann til brannslukking og sprinkleranlegg er i dag uklart og lite harmonisert. Dette medfører at det i mange kommuner er mangel på klar ansvarsfordeling mellom kommunens byggesaksavdeling, brannvesenet, vannverket og objekteier. Konsekvensen kan bli unødige konflikter, samfunnsmessige lite lønnsomme investeringer, eller at skadeomfanget ved brann blir større enn nødvendig.

Det er flere lover, forskrifter og veiledninger som omhandler kommunens plikter på området. De viktigste er Brann og eksplosjonsvernloven [1] og tilhørende Forskrift om brannforebygging [2] med veiledning, Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen [4] med veiledning samt Byggteknisk forskrift (TEK 10) [3] med veiledning. Relevante bestemmelser finnes også i Drikkevannsforskriften [5], samt standarder og byggdetaljblad.

De fleste bestemmelser i lover og forskrifter er rettet mot kommunen som rettssubjekt. I praksis er det vannverket, enten som kommunal avdeling, kommunalt foretak eller privateid selskap, som leverer både drikkevann og brannvann. I mange tilfeller er kommunens bestilling ovenfor vannverket lite klargjørende for ansvarsplassering i forhold til brannvann, og dette bildet kompliseres ytterligere ved at kommunen har mange ulike roller:

- Sikkerhets- og beredskapsmyndighet
- Arealplanmyndighet
- Byggesaksmyndighet
- Tilsynsmyndighet for brannsikkerhet
- Driftsansvarlig for brannvesenet
- Ansvarlig for levering av slokkevann
- Ansvarlig for brannsikkerhet i egne bygg
- Ansvarlig for drikkevannskvalitet (som eier av, og bestiller ovenfor vannverket)



Figur 1: Ansvaret for levering av slokkevann kompliseres av kommunens mange og ulike roller.

I mange tilfeller er det motsetningsforhold mellom å levere hygienisk og trygt drikkevann, og samtidig dekke brannvesenets behov for slokkevann gjennom det kommunale vannforsyningsnettet. Dette er blant annet knyttet til:

- Nødvendigheten av store ledningsdimensjoner som kan medføre lange oppholdstider på drikkevannet.
- Tappeprøver kan medføre redusert vannkvalitet i ledningsnettet både på grunn av høye vannhastigheter som gir en spyleeffekt, og på grunn av at det kan oppstå undertrykk på nettet med fare for innsug av urent vann.

Både Veiledningen til tidligere Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn¹⁾ og Veiledningen til Byggteknisk forskrift angir pre-akseptert ytelse for minimum vannmengder som er tilstrekkelig til å ivareta brannvesenets behov for slokkevann. Brannvesenets faktiske behov for slokkevann vil avhenge av tilgjengelig utstyr og hvilken slokkestrategi som benyttes av det lokale brannvesenet. Gjennom dialog med styringsgruppen og referansegruppen, som er tilknyttet dette prosjektet, er en kjent med at brannvesenet i enkelte kommuner har tatt i bruk

1) Ny Forskrift om brannforebygging ble gjort gjeldende fra 01.01.2016. § 21 for vannforsyning erstatter §5-4 i tidligere Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, men innholdet i paragrafen er uendret. Veiledningen til ny Forskrift om brannforebygging henviser under §21 til §5-4 i Veiledningen til tidligere Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn. Kapittel 4.2 i denne rapporten gir forslag til ny veiledningstekst for § 21 i gjeldende forskrift.

slokketeknikker med redusert vannbehov, som f.eks. slokkespyd og skumanlegg. Det pågår en endring mot mer effektiv slokkestrategi, bl.a. ved økt bevissthet og rigging for innvendig brannbekjempelse. Det vurderes å være et potensial for at økt bruk av mer effektive slokketeknikker og utstyr vil kunne redusere brannvesens behov for slokkevann.

Forskrift om brannforebygging setter krav til at kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyning fram til tomtetgrense i tettbygd strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann. Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* åpner for vurdering av hvorvidt brannvesenets behov for slokkevann kan sikres ved bruk av bassenger og åpne kilder, samt ved bruk av tankbil i boligstrøk med liten spredningsfare. På tross av dette ser en mange eksempler på at regelverket tolkes som at de pre-

aksepterte ytelser for vannforsyning skal oppfylles. Det er således både et behov for å klargjøre regelverket for å belyse hvordan brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes ved andre løsninger, dersom det med hensyn på økonomi og drikkevannskvalitet i ledningsnettet ikke vil være hensiktsmessig å dekke hele brannvesenets behov for slokkevann gjennom kommunalt nett.

Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* angir i tillegg som pre-akseptert ytelse at brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei. Overholdelse av dette kravet kan medføre at det etableres kummer eller hydranter med uhensiktsmessig korte avstander. Dette medfører en svekkelse av nettet og gir økte kostnader for etablering og drift av et stort antall brannvannsuttak.

1.2. Målsetning

Diskusjonen i Kapittel 1.1 viser at det er behov for en klargjøring rundt flere av de sentrale bestemmelsene i forskrifter med tilhørende veiledninger, og at det også er behov for å vurdere hvorvidt det kan være hensiktsmessig med presiseringer eller endringer i gjeldende regelverk. Samtidig er det et behov for en tydeliggjøring av kommunens mange roller, og avklaring av ansvarsforhold knyttet til levering av brannvann.

Målsetningen med prosjektet er som følger:

- Sørge for en klargjøring av kommunens ansvar i forbindelse med vannforsyning til brannslukking og sprinkleranlegg
- Beskrive god praksis for kommunal «brannvannspolicy» basert på innhenting av erfaring fra kommuner som har jobbet med problemstillinger relatert til brannvann over tid
- Gi eksempler på brannvannsanalyser for kartlegging av tilgjengelig kapasitet for brannvannsuttak på ledningsnettet, samt belyse øvrig nytteverdi av brannvannsanalyser

- Beskrive alternative slukkemetoder og slokkestrategier med tilhørende behov for slokkevann
- Beskrive gjeldende regelverk som er relevant i forhold til brannvannsforsyning, samt vurdere hvorvidt det er behov for presiseringer eller endringer av *Forskrift for brannforebygging med tilhørende veiledning*.
- Skissere eksempler på strategier for hvordan brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes dersom det av krav til økonomi eller drikkevannskvalitet ikke er hensiktsmessig å dekke behovet i sin helhet gjennom det kommunale vannforsyningsnettet

Prosjektet skal rapporteres på en form som gjør at den har nytteverdi for kommunene i sitt arbeid knyttet til brannvannsforsyning, og skal vektlegge å gi anbefalinger knyttet til de problemstillingene som diskuteres i rapporten.

1.3. Omfang og innhold

Rapporten er tematisk delt inn i 3 hoveddeler: Diskusjonen i Kapittel 2, 3 og 4 er basert på tilgjengelig kunnskap og praktiske erfaringer. I tillegg gis konkrete anbefalinger som skal være til nytte for kommunene og

øvrige berørte aktører i forhold til vannforsyning for brannslukking.

Kapittel 2 beskriver brannvannspraksis i kommunene og gir anbefalinger i forhold til:

- Kartlegging av brannvannskapasitet.
- Brannvann i planarbeid og byggesaksbehandling samt kommunikasjon rettet mot tiltakshaver.
- Konsekvenser ved levering av brannvann i forhold til drikkevannskvalitet.
- Kapittel 3 diskuterer vannforbruk ved bruk av ulike slokketeknikker og strategier for brannslukking med

vann som slokkemiddel, samt i hvilken grad endring i bruk av utstyr og slokketeknikker kan påvirke brannvesenets behov for slokkevann

- Kapittel 4 diskuterer hvorvidt det er hensiktsmessig med endring i praksis og/eller forbedringer i gjeldende regelverk for levering av brannvann. Avslutningsvis gis forslag til ny *Forskrift om brannforebygging med tilhørende veiledning*.

1.4. Definisjoner

Tabell 1 angir betydningen av en del begreper som benyttes i rapporten. Definisjonene er i hovedsak hentet fra Kollegiet for brannfaglig terminologi, (www.kbt.no).

Tabell 1: Definisjon av begreper.

Begrep	Forklaring
Angrepsslange	Slange med strålerør som er påsatt vanntrykk og som benyttes til offensiv innsats.
Brannhydrant	Fast montert utstyr over bakken som er beregnet for kopling til brannvesenets armatur og slanger for å distribuere trykkvann til brannslukking.
Brannkum	Fast montert utstyr i kum, som er beregnet for kopling til brannvesenets armatur og slanger for å distribuere trykkvann til brannslukking.
Brannvann	Omfatter vannforsyning både til sprinkleranlegg og til brannvesenets slokkeinnsats.
Brannbil	En brannbil med tankkapasitet inntil 3000 liter registrert for 5 personer.
Branncelle	Hel eller avgrenset del av byggverk hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre bygninger eller deler av byggverket i løpet av en fastsatt tid
Hydraulisk nettmodell	Beregningsverktøy for simulering av kapasiteter og trykk i vannforsyningssystemet.
Kritiske abonnenter	Abonnenter/virksomheter som er av slik art at eventuelt innsug/tilbakeslag til vannforsyningsnett vil kunne ha store negative konsekvenser for vannkvaliteten.
Normalutlegg	Slangeutlegg fra brannpumpe med tilførselslange(r) fram til grenrør og en angrepsslange og en sikringsslange på maks 50 meter.
Offensiv innsats	Tiltak rettet mot et brann- eller skadeområde som har til hensikt å stoppe videre utvikling innen området.
Sprinkleranlegg	Automatisk stasjonært slokkeanlegg med den hensikt å slokke eller kontrollere en brann. Består av bl.a. sprinklersentral, røropplegg og sprinklerhoder med vann som slokkemiddel
Sikringsslange	Slange med strålerør som er påsatt vanntrykk og som betjenes av røykdykkerleder for å sikre innsatsen.
Sprinklervann	Vannforsyning til automatiske slokkeanlegg
Slokkevann	Vannforsyning for brannvesenets slokkeinnsats
Slangeutlegg	System av slanger og armaturer for å bringe vann mellom to punkter.
Strålerør	Armaturløst montert på enden av slangen som reduserer slangens diameter og derigjennom øker vannets hastighet ut av strålerørsmunnstykket
Tankvogn/tankbil	En tankvogn/tankbil med tankkapasitet 6 000 - 12 000 l registrert for 2 personer. Det kreves sjåfør med førerkort for tunge kjøretøyer.
Tettbebygd strøk	En samling hus skal registreres som et tettsted dersom det bor minst 200 personer der og avstanden mellom husene normalt ikke overstiger 50 meter.
Vannforsyning	Vann som kan tas ut fra et vannforsyningssystem eller annen kilde
Vannverk	Ansvarlig organ for levering av vann til abonnenter. Kan være kommunalt, interkommunalt eller privat.

2. Brannvannspraksis i kommunene

I dette kapittelet diskuteres kommunens ansvar og ulike roller i forhold til brannvannsforsyning. Diskusjonen er i stor grad basert på praksis og erfaringer fra 12 utvalgte kommuner som inkluderer Oslo, Tromsø, Bergen, Drammen, Skien, Narvik, Fredrikstad, Bodø, Ullensaker, Nes på Romerike, Stryn og Askim. Disse har besvart et spørreskjema utarbeidet av SINTEF i samarbeid med styringsgruppa for prosjektet. Formålet med spørsmålene har vært å belyse sentrale problemstillinger knyttet til brannvann og brannvannsforsyning, samt danne et bilde av hvordan disse er håndtert i kommuner av ulik størrelse. Rapporten gjengir ikke besvarelser på de enkelte spørsmål, men kommunenes tilbakemeldinger er benyttet som underlag for diskusjon og anbefaling av god praksis. Følgende spørsmål har blitt stilt:

- S1 I hvilken grad er slokkevannskapasiteten i kommunens vandistribusjonsnett kartlagt, og hvordan er dette kartleggingsarbeidet utført?
- S2 Har brannvesenet tilgang til kommunens kartverk som viser plasseringa av kummer, kapasitet osv.?
- S3 Hvordan håndteres kapasitet til slokke- og sprinklervann som en del av kommunens planarbeid?
- S4 Er ansvarsforholdene mellom vannverk, plan- og bygningsmyndigheter og tiltakshaver klarlagte? F.eks. i forhold til hvordan fremskaffe informasjon vedørende tilgjengelig kapasitet for vann til sprinkling, og hvem som er ansvarlig for hva?

- S5 Har kommunen utarbeidet retningslinjer og/eller informasjonsmateriell vedrørende behovet for slokkevann og vannforsyning til sprinkling?
- S6 Hvilke retningslinjer har kommunen i forhold til tappeprøver for sprinkleranlegg?
- S7 Opplevs kravet til levering av slokkevann og samtidig sikkert drikkevann som problematisk, og hvilke problemstillinger er mest fremtredende?

I tillegg har en forespurt de 12 kommunene hvorvidt det er øvrige problemstillinger knyttet til slokkevannsforsyning og vannforsyning til sprinkleranlegg som ønskes belyst. En har også mottatt innspill på problemstillinger som ønskes diskutert fra styringsgruppa til prosjektet. Den påfølgende diskusjonen er inndelt i tre hovedtemaer som er forsøkt belyst med de overnevnte spørsmålene:

- Hovedtema 1 Kartlegging av brannvannskapasitet og kommunikasjon mot brannvesen (S1-S2).
- Hovedtema 2 Brannvann i planarbeid og byggesaksbehandling samt kommunikasjon rettet mot tiltakshaver (S3-S6).
- Hovedtema 3 Konsekvenser ved levering av brannvann i forhold til drikkevannskvalitet (S7).

2.1. Kartlegging av brannvannskapasitet

Kartlegging av tilgjengelig brannvannskapasitet i vannforsyningsnettet er viktig i forhold til å dokumentere at brannvesenets behov for slokkevann er tilgjengelig. Dette gjøres mest hensiktsmessig ved bruk av en hydraulisk nettmodell der en kan simulere tilgjengelig trykk og kapasitet ved brannuttak i hele forsyningsnettet. En slik nettmodell vil utover å bidra til å fremskaffe informasjon om brannvannsdekning også være nyttig i flere sammenhenger slik som ved:

- Utbedring av flaskehalser og forståelse av hvilke ledninger i nettet som er mest sårbare
- Organisatoriske tiltak og planarbeid
- Planlegging av renoveringsarbeider og prioritering av prosjekter
- Kommunikasjon og informasjon internt mellom avdelinger og eksternt mot f.eks. tiltakshaver i forhold til tilgjengelig kapasitet i gitte rørstrekk.

- Styring og overvåking av vannstrømmer, slik at en kan avdekke potensielt lange oppholdstider i deler av rørnettet, med eventuelle påfølgende kvalitetsproblemer.

2.1.1. Hydrauliske nettmodeller

Ved hydrauliske beregninger er en avhengig av en korrekt kartlegging og beskrivelse av vannforsynings-systemet, hvilket inkluderer beskrivelse av koblingen mellom systemelementene og en beskrivelse av den enkelte systemkomponent. For rørstrekk vil dette innebære beskrivelse av dimensjon, lengde, og ruhet. Vanligvis benyttes en GIS-basert database med innebygget elektronisk kartverk for beskrivelse av vannforsyningssystemet. Vannkilden legges normalt inn i modellen som et reservoar med konstant nivå. Vanligvis ser en også bort i fra private stikkledninger eller internt fordelingsnett som definert i Drikkevannsforskriften, for å forenkle modellen.

Det finnes digitale kartverk som kan kobles direkte mot den hydrauliske nettmodellen. Imidlertid benytter mange kommuner Gemini VA eller Gisline, og en må da bruke importrutiner for å overføre beskrivelsen av forsyningsnettet til nettmodellen. Det finnes flere ulike programvarer for hydraulisk nettmodellering, der de aller fleste er såkalt «forbruks-drevet». Dette betyr at modellen bestemmer trykktapet i distribusjonsnettet som funksjon av vannmengde-uttak. Eksempler på slik programvare er Epanet, Aquis og Mike Urban. Programmet leser inn en input-fil som inneholder en beskrivelse av vannforsyningssystemets fysiske parametere og logiske funksjon. Modellen kan dernest benyttes til å simulere en rekke driftssituasjoner i nettet slik som eksempelvis brannvannsuttak, enten direkte eller ved bruk av spesialtilpassede tilleggsmoduler, som kan variere avhengig av type programvare. Under analyse av brannvannskapasiteten settes det krav til minimum vanntrykk på henholdsvis tappested og ved kritiske punkter på nettet slik at en simulerer en driftssituasjon der en ønsker å unngå muligheter for tilbakeslag eller innsug av urent vann.

Erfaringer fra utvalgte kommuner

Samtlige av de 12 forespurte kommunene oppgir at de har etablert en nettmodell for simulering av hydraulikken i hele eller deler av vandistribusjonsnettet. Det synes imidlertid å være store forskjeller mellom de enkelte kommunene i forhold til i hvor stor del av vannforsyningsnettet i kommunen som er lagt inn i nettmodell. Det er rimelig å anta at mange kommuner, og spesielt mindre kommuner, i liten grad har etablert nettmodeller som bl.a. kan benyttes for kartlegging av brannvannskapasitet. I slike tilfeller kan kommunene med fordel kartlegge brannvannskapasiteten ved å utføre faktiske målinger på nettet, enten planlagte målinger (tappeprøver eller spyling i forbindelse med vedlikehold), eller i forbindelse med uforutsette hendelser som store rørbrudd, eller ved brannvannsuttak, gjerne sett opp imot manuelle beregninger.

De forespurte kommunene oppgir også varierende status i forhold til hvor godt nettmodellene er kalibrert og verifisert. Det fremgår imidlertid at arbeidet med å ferdigstille og kvalitetssikre modellene er pågående. Det er også varierende hvorvidt det er kommunene selv som bruker nettmodellene, eller om det leies inn konsulentbistand både for etablering og bruk av modellene.

Kalibrering og verifisering av nettmodell

Ved etablering av hydrauliske nettmodeller vil det være behov for kalibrering både for å verifisere nøyaktighetsnivå og for å identifisere og utelukke eventuelle feil i inputen til modellen, slik som f.eks. angivelse av feil

dimensjon på rørstrekk eller feilstilte ventiler. Kalibrering av nettmodellen baseres ofte på driftsdata fra ordinære driftssituasjoner. Normalt velges da en lengre periode, f.eks. 2 uker, og modellen kalibreres opp mot denne situasjonen. Videre kalibreres ruheten opp mot avleste trykkverdier i samme periode. I et nett med forholdsvis store dimensjoner, vil imidlertid ordinære driftsforhold kunne medføre lave vannhastigheter. Dette vil gjøre det vanskelig å kalibrere ruhetene med god nøyaktighet. I slike tilfeller kan det derfor være fordelaktig å benytte seg av ekstraordinære hendelser, slik som rørbrudd og brannvannsuttak, for kalibrering av ruhet. For å kunne utnytte ekstraordinære hendelser til å kalibrere og verifisere nettmodeller, er det en forutsetning at det er etablert tilstrekkelig grad av instrumentering for overvåkning av vannmengde og trykk i de aktuelle delene av nettet.

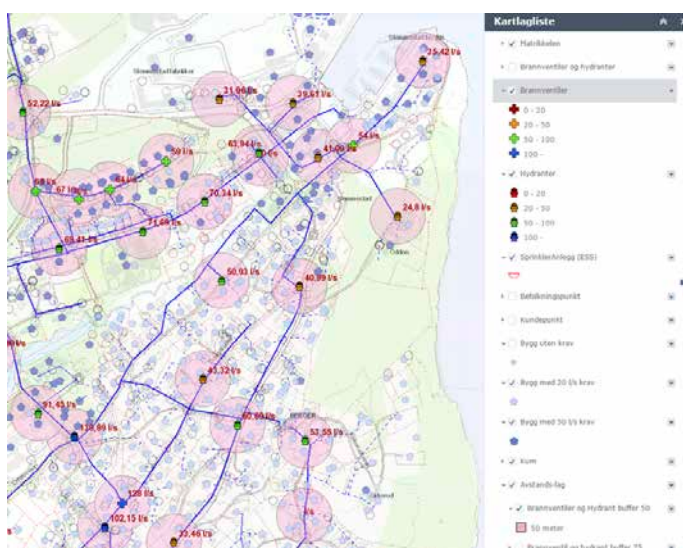
I enkelte kommuner har vannverket selv utført tappeprøver, f.eks. i forbindelse med spyling av nettet, der det har blitt satt ut trykkloggere med det formål å verifisere at beregnede kapasiteter er korrekte. I forbindelse med dette har en også i mange tilfeller avdekket, og dernest rettet opp i feil, eksempelvis feil i målere og feilstilling av ventiler. Eventuell feilaktig beskrivelse av ledningsnettet kan også avdekkes ved tappeprøver. I tillegg vil det være behov for særskilte tappeprøver i forbindelse med etablering av sprinkleranlegg, samt ved årlig kontroll av disse, hvilket er diskutert i mer detalj under Kapittel 2.2.5. Slike tappeprøver kan også brukes for å fremskaffe data for kalibrering av nettmodellen.

2.1.2. Bruk av informasjon fra nettmodeller **Temakart**

Ved å koble hydrauliske nettmodeller mot kommunenes kartverk kan en utarbeide temakart som på en enkel og hensiktsmessig måte kan fremstille informasjon om trykksoner og tilgjengelig kapasitet ved hydranter og brannkummer. Slike kart er nyttige ved planarbeid og planlegging av rehabilitering av forsyningsnett, men vil også være av stor nytte for brannvesenet i en operativ situasjon. Temakart vil kunne gi utrykningsenheter effektiv tilgang til informasjon som blant annet kan benyttes til å avgjøre mest hensiktsmessig valg av brannkum i forhold til et gitt brannobjekt. Dette er særskilt viktig i overgangen mellom to trykksoner, der ledningsnettet i en gitt sone kan ha svak kapasitet. Eksempler på temakart som kan være nyttig for brannvesenet er:

- Kart som viser modellert trykk og kapasitet ved brannvannsutak for brannkum/hydrant.
- Kart som fremhever bygninger som ligger lengere enn en gitt avstand fra brannkum/hydrant

- Figur 2 viser eksempel på temakart utarbeidet gjennom det interkommunale samarbeidet i Drammensregionen. Kommunene i Drammensregionen har oppdaterte temakart av denne typen tilgjengelig gjennom Gemini- portal.



Brannvesenets tilgang til og bruk av kartverk og hydrauliske data

I de kommuner som har utarbeidet temakart, ser det ut til at brannvesenet i ulik grad benytter seg av disse. Dette har ulike årsaker. I noen kommuner har ikke brannvesenet tilgang til kommunens digitale kartverk gjennom f.eks. Gemini-portal. Det er blant annet

Enkelte kommuner har knyttet den hydrauliske nettmodellen direkte opp mot sitt digitale kartverk. Dette har den fordelen at en til enhver tid vil ha tilgang til hydrauliske data for vannforsyningsnettet tilsvarende den siste oppdaterte versjonen, jamfør eksempelet fra Drammensregionen i Figur 2. For at informasjonen skal være mest mulig korrekt til enhver tid, forutsettes at en foretar nødvendige beregninger med nettmodellen dersom vannforsyningssystemet endres, samt at databasen for øvrig oppdateres ved jevne mellomrom, eller ved behov. I to av kommunene har brannvesenet blitt utstyrt med nettbrett med tilgang til kommunens kartverk via Gemini-portal, dvs. at en speiling av Gemini VA databasen i nær sanntid gjøres tilgjengelig ved hjelp av passordbeskyttet tilgang via internett. Det er her laget temakart som viser plassering av hydranter og vannkummer med brannventil, der man også kan gjøre tilgjengelig kapasitetsdata. Alle kumkort, inklusiv vedlegg slik som bilder, kan gjøres tilgjengelig via Gemini-portal. Et bilde av kummen kan potensielt ha operativ betydning. For eksempel kan en ha kummer med brannventil, der det i tillegg har blitt montert lufteklokke, som på det nærmeste umuliggjør tilkobling til brannvannsuttak. I slike tilfeller kan en allerede ved utrykning vurdere alternative brannvannsuttak. I enkelte kommuner har brannvesenet uttrykt skepsis til å ta i bruk digitale verktøy, hvilket innebærer at denne muligheten ikke er utnyttet til fulle.

Blant de 12 forespurte kommunene finnes det også eksempler på at brannvesenet har tilgang til kommu-

nens kartverk, men at de ikke har tilgang til beregnede kapasiteter og trykk ved brannvannsuttak. Dette indikerer at kommunen ikke har knyttet hydrauliske data fremskaffet ved nettmodellering opp mot kommunens kartverk. Flere av disse rapporterer at dette er noe som det jobbes med, eller at man har intensjon om å gjøre dette.

2.1.3. Vannmengder til brannslukking

Ved vurdering av vannmengder til brannslukking og sprinkleranlegg kan det være behov for noen tommelfingerregler for å relatere vannmengder til vannhastighet i ledningen. Slike verdier er gitt i tabell 2.

Vannmengder			Vannhastighet m/sek ved ulik ledn. dim.				
l / sek	l / min	m ³ / time	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
2	120	7,2	0,3	0,1	0,1		
10	600	36	1,5	0,6	0,3	0,2	0,1
20	1200	72	2,6	1,2	0,6	0,4	0,3
40	2400	144		2,2	1,3	0,8	0,6
50	3000	180		2,8	1,5	1,0	0,7

Tabell 2: Tommelfingerregler som viser sammenhengen mellom vannmengder og vannhastighet. Verdiene gjelder ved ensidig forsyning.

- Ved vannhastigheter over 0,7 m/s kan belegg løsne fra rørveggen.
- Vannhastigheter over 1,0 m/s kan medføre spyleeffekt i nettet.
- Vannhastighet over 1,3 m/s betyr full utspyling i nettet.

2.1.4. Anbefalinger – kartlegging av brannvannskapasitet

I henhold til krav i Forskrift om brannforebygging skal kommunen sørge for å kartlegge tilgjengelig brannvannskapasitet i ledningsnettet. I den forbindelse anbefales følgende:

- Kommunale eller private vannverk som leverer til tettsteder over 1000 pe, der hele eller deler av brannvannskapasiteten tas fra vannforsyningsnettet, bør benytte hydraulisk nettmodell for kartlegging av tilgjengelig brannvannskapasitet.
- Vannforbruk ved maksimal timebelastning i gjennomsnittsdøgnet, bør legges til grunn ved beregning av tilgjengelig brannvannskapasitet. For vannverk med store sesongvariasjoner i forbruket må en

Kartlegg hvor mye vann som kan tas ut fra ledningsnettet.

vurdere hvorvidt det er mer riktig å legge til grunn gjennomsnittlig maksimal timebelastning i den uken i året med størst forbruk.

- Det må påsees at nettmodellen kalibreres før denne tas i bruk. Dette skal i hovedsak baseres på målinger utført ved:
 - Normal drift
 - Ekstraordinære hendelser
 - Planlagte tappetester
- Vannverket bør ha tilgjengelig nødvendig kompetanse for å kunne tolke modellresultatene gyldighet.
- For mindre tettsteder eller enkle forsyningsnett ansees det tilstrekkelig at vannverkseier kartlegger brannvannskapasitet ved tappeprøver.

2.1.5. Anbefalinger – kommunikasjon mellom vannverk og brannvesen

For å sikre at relevant informasjon fremskaffet gjennom kartlegging av brannvannskapasitet på vannforsyningsnettet gjøres tilgjengelig for det kommunale brannvesen på hensiktsmessig måte, gis følgende anbefalinger:

- Kommuner bør sørge for at kommunikasjon og informasjonsflyt mellom vannverk og brannvesenet er velfungerende. Spesielt bør en sikre at brannvesenet både har tilgang til og benytter tilgjengelig informasjon vedrørende den kartlagte brannvannskapasiteten i hele kommunens vannforsyningsnett, samt at denne informasjonen minimum blir oppdatert årlig.
- Det anbefales at brannvesenet utstyres med tema-kart som minimum angir tilgjengelig trykk og brannvannskapasitet ved brannkum/hydrant. Temakart bør være tilgjengelig i utrykningskjøretøyene. Den enkelte kommune avgjør selv hvorvidt de ønsker å ha digital tilgang f.eks. gjennom bruk av nettbrett og tilgang til digitale kartverk f.eks. gjennom kommunens Gemini Portal eller tilsvarende.

Sørg for god informasjon til brannvesenet.

Det bør etableres tett dialog mellom brannvesen og vannverk med fokus på i første rekke at brannvesenet skal ha hensiktsmessig tilgang på informasjon om tilgjengelig kapasitet ved ulike brannvannsuttak, i tillegg til kompetanseoverføring med vekt på blant annet at brannvesenet skal være klar over konsekvenser ved driftssituasjoner som forårsaker undertrykk på nettet i forhold til forringelse av drikkevannskvaliteten. At brannvesenet er i besittelse av slik kunnskap gjør at det ved planlagt uttak av slokkevann, også i forbindelse med øvelser, kan velge robuste forsyningspunkter med stor kapasitet der uttaket ikke vil medføre fare for undertrykk. Med slik

kunnskap kan brannvesenet organisere slokkingen på en slik måte at det ikke påvirker vannforsyningsnettet negativt uten at dette er påkrevd ut i fra en brannfaglig vurdering. Dersom vannverket har etablert vaktordning, bør brannvesenet alltid ta kontakt med denne i forbindelse med brannutrykning. Vannverket kan da på forespørsel fra brannvesen midlertidig øke kapasiteten i rørnettet, ved for eksempel å åpne stengte sonedeler. De kan også gi anbefaling om å fylle tankvogn i tilstøtende sone, der en har god kapasitet. En god dialog mellom vannverk og brannvesen gjør også at sistnevnte vil kunne varsle vannverket dersom uttak av slokkevann vurderes å ha vært såpass stort at det kan ha hatt negativ innvirkning på drikkevannskvaliteten. En tettere dialog mellom brannvesenet og vannverket kan således være et forebyggende tiltak i forhold til å unngå at kommunen selv er skyld i forurensing av drikkevannet. Se kap 2.4.1 om undertrykk.



Figur 3: Brannvesen og vannverk bør ha tett dialog.

2.2. Beskrivelse av lovverk

Regelverket som er relevant for levering vann til brannslukking og sprinkling, finnes i hovedsak beskrevet i to lovverk, henholdsvis *Brann og eksplosjonsvernloven*, og *Plan og bygningsloven*, med tilhørende forskrifter og veiledere. Dette del-kapittelet vil nevne de viktigste kravene i nevnte regelverk i forhold brannvann, samt diskutere hvordan regelverket brukes i praksis.

Brann og eksplosjonsvernloven § 9 setter krav til at kommunen skal gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse slik at brannvesenet blir best mulig tilpasset de oppgaver det kan bli stilt overfor.

Brann og eksplosjonsvern loven, § 9. Etablering og drift av brannvesen:

Kommunen skal gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse slik at brannvesenet blir best mulig tilpasset de oppgaver det kan bli stilt overfor.

Dette innebærer at kommunen må kartlegge tilgjengelige slokkevannsmengder i vannforsyningsnettet. Der brannvesenets behov for slokkevann ikke er dekket gjennom forsyningsnettet, må det treffes tiltak slik at tilstrekkelig brannsikkerhetsnivå kan opprettholdes. Kommunens ROS-analyse er nærmere diskutert i Kapittel 2.3.1.

Plan og Bygningsloven gir krav til Vannforsyning.

Plan- og bygningsloven, § 27-1 Vannforsyning:

Bygning må ikke føres opp eller tas i bruk til opphold for mennesker eller dyr med mindre det er forsvarlig adgang til hygienisk betryggende og tilstrekkelig drikkevann, samt slokkevann. Det samme gjelder opprettelse eller endring av eiendom for slik bebyggelse. Rettighet til å føre vannledning over annens grunn, alternativt til å knytte seg til felles ledningsnett, skal være sikret ved tinglyst dokument eller på annen måte som kommunen godtar som tilfredsstillende.

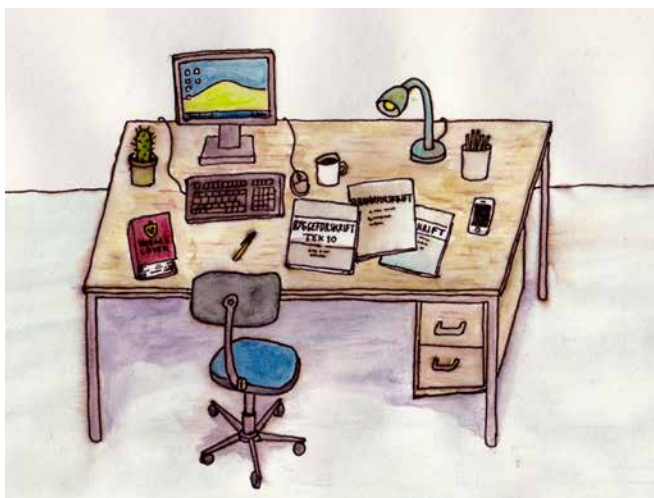
1. ledd i § 27-1 i *Plan og bygningsloven* innebærer at det ikke kan gis midlertidig brukstillatelse eller ferdigattest for bygninger hvor det oppholder seg mennesker og dyr før det er «forsvarlig adgang» til slokkevann. Plan og bygningsloven §27-1 er således klargjørende i forhold at det er krav til slokkevann for bolighus, eller bygninger der det oppholder seg dyr.

Byggteknisk forskrift beskriver generelle krav til oppføring av bygninger i forhold til sikkerhet ved brann

Byggteknisk forskrift (TEK 10), § 11-1 Sikkerhet ved brann:

1. Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.

2. Det skal være tilfredsstillende mulighet for å redde personer og husdyr og for effektiv slokkeinnsats.
3. Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for brannspredning til andre byggverk blir liten.
4. Byggverk der brann kan utgjøre stor fare for miljøet eller berøre andre vesentlige samfunnsinteresser, skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for skade på miljøet eller andre vesentlige samfunnsinteresser blir liten.



Figur 4: Regelverket om levering av vann til brannslukking og spinkelanlegg er mangfoldig, uklart og lite harmonisert.

Byggeteknisk forskrift, § 11-1 vil komme til anvendelse ved oppføring av de fleste typer bygninger. Dermed har kommunen mulighet til å stille krav om slokkevann for bygninger utover det som fremgår av Plan og bygningsloven § 27-1.

Byggeteknisk forskrift, § 15-9 angir krav til vannforsyningsanlegg og ledningsnett.

Byggeteknisk forskrift (TEK 10), § 15-9 Vannforsyningsanlegg med ledningsnett

1. Anlegg skal være dimensjonert slik at det gir tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk til å dekke vannbehovet, inklusive slokkevann. Byggevarer i kontakt med drikkevann skal ikke avgi stoffer som kan forringe kvaliteten på drikkevannet eller medføre helsefare.
2. Følgende skal minst være oppfylt:
 - a. Ledningsnett skal ha tilstrekkelig tetthet mot lekkasje ved maksimalt driftstrykk.
 - b. Ledningsnett skal sikres mot tilbakestrømming eller inntrengning av urene væsker, stoffer eller gasser. Dette gjelder også for tilbakesuging og tilførsel av vann fra annen vannkilde og installasjon.

En ser at første ledd i § 15-9 i *Byggeteknisk forskrift* angir at anlegg skal dimensjoneres for tilstrekkelig mengde og trykk for å dekke behovet for slokkevann.

Forskrift for brannforebygging setter krav til vannforsyning til brannslukking.

Forskrift om brannforebygging, § 21 Vannforsyning:

Kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyningen fram til tomtegrense i tettbebygd strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann. I boligstrøk og lignende hvor spredningsfaren er liten er det tilstrekkelig at kommunenes brannvesen disponerer passende tankbil. I områder som reguleres til virksomhet hvor sprinkling er aktuelt, skal kommunen sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning til å dekke behovet.

§21 i *Forskrift for brannforebygging* gir kommunen et ansvar for å sørge for at brannvesenets behov for slokkevann er sikret. Kommunen er også ansvarlig for å sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning til å dekke vannbehovet for sprinkling. Det fremgår imidlertid ikke at det er kommunen som skal betale for de nødvendige tiltak. Den vanlige fortolkningen er at kommunen skal påse at tilstrekkelig slokkevann/vann til sprinkling er tilgjengelig før eventuell byggetillatelse kan gis. Dette er derfor ikke i konflikt med gebyrforskriften i forhold til hva som kan dekkes inn etter selvkostprinsippet, dersom det må gjøres større investeringer f.eks. for å sikre vannforsyning til en nyetablert industri/næringslivsannonnert. Det er utbyggeren som i utgangspunktet må ta kostnaden, dersom det ikke ansees hensiktsmessig med en utbedring av eksisterende vannforsyningsnett.

Forskrift om brannforebygging § 21 angir også at det er tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer tankbil for boligstrøk hvor spredningsfaren ansees som liten. Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* sier i § 5-4 at som underlag for å vurdere tankbil i boligstrøk må forutsetningene og konsekvensene inngå i en ROS-analyse sammen med rammebetingelsene for utbyggingsområdet. Veiledningen til TEK10, § 11-1 3.ledd angir at dersom det er minimum 8 m eller mer mellom bygninger, vil dette i de fleste tilfeller gi tilstrekkelig sikkerhet mot brannspredning. Dette brukes i mange kommuner som kriterium for å vurdere hvorvidt kun bruk av tankbil vil være tilstrekkelig.

Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* utdyper brannvesenets behov for slokkevann. Følgende utdrag refereres fra veiledningens kapittel om vannforsyning.

Behovet for slokkevann bør inngå i kommunens ROS analyse, ref. lovens § 9, og tiltak bør iverksettes i henhold til analysen.

- Brannvesenets organisering, utstyr og innsats, er bestemmende for behovet for slokkevann.
- Muligheter for etablering av bassenger/åpne kilder bør inngå i vurderingene som følge av krav til økonomi, drikkevannskvalitet i ledningsnett m.m.

Veiledningen legger således føringer for at brannvesenets behov for slokkevann bør inngå som en del av kommunens ROS-analyse. I ROS-analysen må en legge til grunn at brannvesenets slokkevannsbehov vil være avhengig av organisering, utstyr og innsats. Videre legges det til grunn at muligheten for bruk av alternative kilder bør vurderes dersom det ikke vurderes hensiktsmessig å dekke hele behovet for slokkevann gjennom det ordinære drikkevannsnett. Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* utdyper også krav til vannforsyning til automatiske slokkeanlegg. Blant annet beskriver veiledningen at kommunen må påse at vannforsyningen til automatiske slokkeanlegg er en del av rammeforutsetningene for byggetillatelse før de blir prosjektert og etablert.

Byggeteknisk forskrift setter krav til tilrettelegging for rednings og slokkemannskap.

Byggeteknisk forskrift, § 11-17. Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap:

1. Byggverk skal plasseres og utformes slik at rednings- og slokkemannskap, med nødvendig utstyr, har brukbar tilgjengelighet til og i byggverket for rednings- og slokkeinnsats.
2. Byggverk skal tilrettelegges slik at en brann lett kan lokaliseres og bekjempes.
3. Branntekniske installasjoner som har betydning for rednings- og slokkeinnsats skal være tydelig merket.

I veiledningen til *Byggeteknisk forskrift* beskrives preaksepterte ytelser knyttet til utendørs vannforsyning, jamfør forskriftenes 2. ledd:

Følgende ytelser må minst være oppfylt for vannforsyning utendørs:

1. Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei.
2. Det må være tilstrekkelig antall brannkummer/hydranter slik at alle deler av byggverket dekkes.
3. Slokkevannskapasiteten må være:
 - a. Minst 20 l/s i småhusbebyggelse
 - b. Minst 50 l/s, fordelt på minst to uttak, i annen bebyggelse
4. Åpne vannkilder må ha kapasitet for 1 times tapping.

Veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* beskriver for øvrig tilsvarende preakseptert ytelse for slokkevannskapasitet som referert i *Veiledningen til Byggeteknisk forskrift*:

Etter «utprøvde og anerkjente løsninger (preaksepterte løsninger)» i REN angis følgende vannmengder: boligbebyggelse -20 l/sek., annen bebyggelse -50 l/sek. Muligheter for etablering av bassenger/åpne kilder bør inngå i vurderinger som følge av krav til økonomi, drikkevannskvalitet i ledningsnett m.m.

Veiledningen til *Byggeteknisk Forskrift* beskriver videre at det ikke regnes med samtidig uttak av slokkevann til sprinkleranlegg og brannvesen. Dermed vil det være tilstrekkelig å prosjektere vannforsyningen for enten sprinkling eller brannvesenets slokkevannsbehov, alt etter hva som krever den største vannmengden. Den samme veiledningen sier også at i områder hvor brannvesenet ikke kan medbringe tilstrekkelig vann til slokking, må det være trykkvann eller åpen vannkilde. Tilstrekkelig mengde slokkevann må være lett tilgjengelig uavhengig av årstiden.



Figur 5: Eier er ansvarlig for brann sikkerhet i eget bygg. Ansvaret omfatter også vann til eget sprinkleranlegg.

Eier og brukers ansvar for brannforebygging

Forskrift om brannforebygging pålegger eier og bruker av byggverk omfattende plikter for brann sikkerheten. Eiers forpliktelser er beskrevet i forskriftens kapittel 2, § 4 – 10. Eier er ansvarlig for å oppfylle kravene til brann sikkerhet som gjelder for byggverket. Eier skal fastsette mål og iverksette planer og tiltak for å sikre byggverket mot brann. Eier er også ansvarlig for brannvarsling og slokkeutstyr. Eksempel på dette er ansvar for at sprinkleranlegg virker som forutsatt og har

tilstrekkelig og sikker vannforsyning. Brukers forpliktelser er beskrevet i forskriftens kapittel 3, § 11 – 13. Bruker er ansvarlig for at bygget brukes på en brannsikker måte, og at det gjennomføres systematisk sikkerhetsarbeid.

Byggteknisk forskrift § 11-11 beskriver generelle krav knyttet til rømning og redning av personer som oppholder seg i en bygning. § 11-12 beskriver tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider og beskriver bl.a. krav til automatisk brannslukningsanlegg for byggverk i risikoklasse 4 der det kreves, heis, samt byggverk i risikoklasse 6. Der det installeres sprinkleranlegg som kompenserende tiltak for å hindre brann- og røykspredning, må dette prosjekteres og utføres etter NS-EN 12845 som gjelder for Faste brannslukkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold.

Byggteknisk forskrift, § 11-11.

Generelle krav om rømning og redning:

1. Byggverk skal prosjekteres og utføres for rask og sikker rømning og redning. Det skal tas hensyn til personer med funksjonsnedsettelse.
2. Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin.

Brannvesenets krav knyttet til bruk av tankbil

§ 5-5 i *Veiledning til Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* utdyper krav som stilles i forbindelse med bruk av tankvogn som slokkeinnsats som er hjemlet i nevnte forskrift, samt *Forskrift om brannforebygging*. Det mest sentrale er uthevet nedenfor.

Tankbil som slokkevannsforsyning:

1. *Forebyggendeforskriften § 5-4 pålegger kommunen å sikre tilstrekkelig vannforsyning til brannslukking. Det fremgår videre at i boligstrøk hvor spredningsfaren er liten, er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankvogn.*
2. *Dette innebærer at i tettbygd strøk som etter risikokartlegging, jf. § 2-4, viser seg å ikke ha nok slokkevann, har kommunen ansvar for å oppgradere vannforsyningen. Det kan skje ved vedlikehold, økning av vannledningsnettets kapasitet eller ved å tilrettelegge for bruk av åpne kilder eller basseng der det ikke kommer i konflikt med annet regelverk.*
3. *Tankbil vil etter forskrift om forebyggende tiltak og tilsyn ikke kunne erstatte manglende slokkevannsforsyning i tettbygd strøk. Tankbil vil bare kunne erstatte manglende vannforsyning i boligstrøk med liten spredningsfare.*

4. I områder hvor tilstrekkelig vann til brannslukking ikke umiddelbart kan skaffes til veie, følger dimensjoneringsforskriften opp intensjonene i forebyggendeforskriften ved å pålegge brannvesenet å bringe med seg tankbil. I § 5-2 er det dessuten nedfelt en plikt til å ha en støttestyrke med bl.a. fører av tankbil. Brannvesenet må bringe med seg vann til slokking når det varsles brann i:

- a. frittliggende bebyggelse, gårdsbruk, boligstrøk o.l. uten tilstrekkelige slokkevannkilder*
- b. brannobjekt hvor avstanden til sikker slokkevannkilde vil kreve lengre slangeutlegg enn 300 meter*
- c. skogområder med fare for brannsmitte til bebyggelse som ikke har tilstrekkelige slokkevannkilder*
- d. tettbebyggelse der brannvesenets førsteinnsatsstyrke ikke kan regne med å få tilstrekkelig hjelp til fødeutlegg osv. i løpet av 4-6 minutter*

For å oppfylle tankbilkravet, forutsettes det at samlet tankkapasitet utgjør minst 8000-10 000 l.

Pumpekapasiteten bør ikke være mindre enn 1000 l/min.

Det fremgår av de to første avsnittene, som omhandler tankbil som slokkevannsforsyning, at kommunen er ansvarlig for å sikre tilstrekkelig vannforsyning for brannslukking i henhold til brannvesenets behov. Det tredje avsnittet fastslår at *Forskrift om brannforebygging* utelukker bruk av tankbil som erstatning for manglende slokkevannsforsyning i tettbygde strøk.

Av fjerde avsnitt som omhandler *Tankbil som slokkevannsforsyning* påpekes at *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* pålegger brannvesenet å medbringe tankbil i områder hvor tilstrekkelig vann til brannslukking ikke umiddelbart kan skaffes til veie. Det angis i tillegg hvilke typer bebyggelse, og hvilke øvrige forhold dette typisk vil gjelde for. Det stilles også krav til tankkapasitet og pumpekapasitet på tankbil.

Høyere beredskap for tankbil:

Ved utbygging av boligområder med liten spredningsfare kan kommunen på bakgrunn av forebyggendeforskriften § 5-4, tillate at vannledningsnett kun er dimensjonert for vanlig forbruk. Det er likeledes akseptert at tankbil kan erstatte fast vannforsyning i tunnel. For å ivareta kravet til slokkevann, medfører dette at kommunen må holde brannvesenet med tankbil og slik beredskap (tankbilsjåfør) som ut fra risiko- og sårbarhetsanalysen anses nødvendig for å sikre vannforsyning.

Når kommunen treffer vedtak om slike tekniske bytter, forutsetter det at tankbilen kjøres ut i forbindelse med førsteutrykningen fordi tankbilen representerer eneste sikre vannkilde.

Andre forhold

Når kommunen har plikt til å holde tankbil fordi det er vedtatt å «erstatte» tilstrekkelig dimensjonert vannledning med tankbil, medfører dette at:

- det innenfor boligområde ikke bør være mer enn 1000 m fra bolighus til nærmeste vannledningsuttak med fullverdig dimensjon eller annen sikker vannkilde (Fylletid maksimalt 5 minutter)
- kjøretid tur/retur fra aktuelle brannsteder til sikker vannkilde og beregnet tømmetid/fylletid kartlegges. Det må være lagt til rette for at flere tankbiler kan settes i innsats for skytteltrafikk hvis nødvendig. Disse forholdene bør fremgå av beredskaps-/innsatsplanene
- tankbilen vanskelig kan benyttes til andre oppgaver i kommunen (brønnfylling, vanning, kloakkspyling, sprøyting av skøytebaner osv.)
- det må være tilrettelagt for at tankbilen straks kan erstattes med tilsvarende utstyr ved driftsstans

Veiledningen til *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* påpeker at tankbil skal medbringes i førsteutrykningen i de tilfeller der kommunen har truffet vedtak om «teknisk bytte», hvilket innebærer at tankbil erstatter forsyning av slokkevann gjennom vannforsyningsnettet. Samme veiledning angir under *Andre forhold* vilkår som en bør oppfylles der kommunen har vedtatt å erstatte tilstrekkelig dimensjonert vannledning med tankbil.

Avslutningsvis påpekes at *Veiledning for forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* er i motstrid med denne rapportens syn på hvorvidt deler av brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes ved bruk av tankbil i tettbebyggd strøk. I kapittel 4.2 i denne rapporten foreslås endringer i veiledningstekst, med intensjon om å tilrettelegge for bruk av tankvogn også i tettbebyggd strøk. Muligheter og begrensninger ved bruk av tankvogn i tettbebyggd strøk diskuteres i Kapittel 4.1.4.

Private vannverk

Eierskapet til private vannverk reguleres av

Lov om kommunale vass- og avløpsanlegg

I praksis eies de aller fleste norske private vannverk abonnentene.

Lov om kommunale vass- og avløpsanlegg,

§ 1 Kommunalt eigarskap til vass- og avløpsanlegg:

Nye vass- og avløpsanlegg skal vere eigd av kommunar.

Eksisterande vass- og avløpsanlegg kan berre seljast eller på annan måte overdragast til kommunar. Vesentleg utviding eller samanslåing av eksisterande private anlegg kan berre skje med løyve frå kommunen etter § 2..

Det er viktig å merke seg at kravene vedrørende vann til brannslukking i lover og forskrifter nevnt ovenfor retter seg mot kommunen. Vannverket, enten dette er privat eller offentlig, omhandles ikke i dette regelverket. Kommunalt eide vannverk må forholde seg til den bestillingen, eller oppdraget, de har fått fra eieren. Forpliktelsene til et privat eid vannverk på dette området reguleres kun av vedtektene og eventuell privatrettslig avtale mellom kommunen og vannverket.

Det er dermed kommunen som er ansvarlig for slokkevannskapiteten i områder hvor private vannverk besørger drikkevannsforsyningen. Kommunen bør inngå avtale med det private vannverket om uttak av slokkevann. Hvis kapasiteten er for liten til å dekke behovet som framkommer av ROS-analyser, må kommunen gjøre avtale med vannverket om kapasitetsøkning eller skaffe vann på annen måte. Mangelfull vannforsyning vil nødvendigvis få konsekvenser for utbyggingsmulighetene i arealplaner og byggesaker.

Det bør være i abonnentenes egen interesse at private vannverk kan levere vann til brannslukking. Mangelfull slokkevannskapitet i et område vil ha konsekvenser for brannsikkerhet, forsikringspremier og mulighet for om- og påbygging.

2.3. Brannvann i planarbeid og byggesaksbehandling

2.3.1. Brannvann som en del av kommunens planprosesser

Forsyning av både drikkevann og vann til slokking og sprinkling er en viktig del av planleggingen ved utarbeidelse av arealplaner. De viktigste aspektene i forhold til brannvann i forbindelse med planarbeid er beskrevet nedenfor.

Kommuneplaner og kommunedelplaner

En kommuneplan består av en samfunnsdel og en arealdel. I henhold til *Plan og bygningsloven* § 11-7 skal kommuneplanens arealdel i nødvendig utstrekning vise arealformål, inklusiv teknisk infrastruktur som vann og avløp. Planleggingen av slokkevannkapasitet tar dermed utgangspunkt i kommuneplanens arealdel eller eventuelt i kommunedelplaner eller områdeplaner. I arealplanen bør det etableres hjemmelsgrunnlag for at det kan kreves at rammeplan for vann, avløp og overvann (VAO-rammeplan) skal inngå for alle reguleringsplaner. Ved utarbeidelse av, eller endring i kommuneplanens arealdel, er det vesentlig at vannverket uttaler seg både om ordinær vannforsyning til drikkevann og om vannforsyning til brannslokking. Vannverket bør derfor involveres i en tidlig fase i arbeidet med kommuneplaner slik at de blant annet kan vurdere hvorvidt den tiltenkte arealbruken og tilhørende vannbehov er i samsvar med gjeldende kapasitet på forsyningsnettet i de aktuelle områdene. Dersom eksisterende forsyning ikke tilfredsstiller behovet, må kapasitetsutvidelse eller eventuelt etablering av ny forsyning med tilstrekkelig kapasitet beskrives, i tillegg til mulig bruk av alternative kilder til slokkevann. Uttalelsen fra vannverket bør således omfatte både muligheter og forutsetninger for forsyning, samt kostnader for hovedanlegg. Nødvendig slokkevannskapasitet bør vurderes i samråd med brannvesenet, og behovet for slokkevann i det enkelte forsyningsområde må ses i sammenheng med vannverkets drifts- og beredskapssituasjon. Nevnte vurderinger vil være en sentral del av kommunens ROS-analyse.

ROS-analyse for brannberedskap

Brann og eksplosjonsvernloven § 9 setter krav til at kommunen skal gjennomføre en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) slik at brannvesenet blir best mulig tilpasset de oppgaver det kan bli stilt overfor. Dette kravet pålegger kommunen å utføre ROS-analyse for brannberedskap. Her vil det være viktig å involvere nødvendig kompetanse innen vann og avløp, brannfag og planarbeid. ROS-analysen vil fungere som intern

møtearena for berørte avdelinger og aktører i kommunen. Den vil være viktig for å tilrettelegge for helhetlig planlegging med sikte på å finne gode samfunnsøkonomiske løsninger der dimensjonering av brannvesen og levering av slokkevann reflekterer hensynet til både brannsikkerhet og drikkevannskvalitet.

Som utgangspunkt for kommunens ROS-analyse for brannberedskap er det nødvendig å kartlegge tilgjengelig slokkevannskapasitet i de ulike delene av forsyningsnettet. Dermed må slokkevannsbehovet i ulike områder vurderes. Det må både tas hensyn til bebyggelsens karakter og om brannvesenets har tatt i bruk moderne slokkestrategi og utstyr. Dersom eksisterende vannforsyning ikke er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann, må det identifiseres tiltak som ivaretar brannsikkerheten. Vurdering av leveringssikkerhet knyttet til bruk av ulike kilder til slokkevann må være en sentral del av analysen. Resultatene fra ROS-analysen vil gi innspill til utarbeidelse av hovedplan for VAO i form av investeringsbehov for å ivareta tilstrekkelig brannberedskap. Dette omfatter investeringer knyttet både til oppgradering av vannforsyningssystemet, samt brannvesenets behov for utstyr og bemanning. I tillegg vil resultatene fra ROS-analysen gi viktige føringer for utarbeidelse og behandling av reguleringsplaner, samt byggesaksbehandling, ved at ROS-analysen gir underlag for å ta inn relevante bestemmelser på arealplannivå.

For allerede utbygde områder der vannforsyningsnettet ikke tilfredsstiller brannvesenets behov for slokkevann, vil det i de mange tilfeller være samfunnsøkonomisk gunstig å benytte alternative vannkilder som tankvogn eller høydebasseng i stedet for å oppgradere et vel-fungerende vannforsyningsnett, kun med bakgrunn i å dekke hele behovet for slokkevann gjennom det kommunale nettet. Sistnevnte løsning vil i mange tilfeller være langt mer kostbar, og samtidig innebære at en får et vannforsyningsnett som er dårligere egnet til å levere hygienisk betryggende drikkevann. Også ved utbygging av nye områder bør det vurderes hvorvidt deler av brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes ved bruk av alternative kilder. På denne måten kan en unngå unødig konflikt i forhold til samtidig krav om levering av hygienisk betryggende drikkevann og tilstrekkelig mengede slokkevann.



Figur 6: Kommunen bør etablere gode rutiner for informasjon om planlagt stans i vannforsyningen.

Planlagt stans i vannforsyningen

Ved anleggsvirksomhet eller vedlikehold på nettet vil en ofte måtte stenge vannforsyningen i deler av forsyningsnettet. Dette innebærer også at tilgangen til slokkevann blir redusert. Det er viktig at kommunen har etablert tilstrekkelige rutiner for å sikre at brannobjektene som blir uten slokkevann gjennom det ordinære vannforsyningsnettet får tilgang til tilstrekkelig slokkevann fra andre brannvannsutttak på nettet, andre kilder eller ved at det etableres annen provisorisk forsyning. Hvis det ikke er praktisk mulig å etablere provisorisk vannforsyning, må objekteier sørge for kompensierende sikkerhetstiltak, for eksempel styrket vakthold.

Det er like viktig at brannvesenet informeres om pågående arbeid, og hvilke konsekvenser dette får for tilgangen til slokkevann. Som eksempel på slike rutiner vises til et utdrag fra retningslinjer for brannvannsdekning og sprinkleranlegg i Bærum kommune vedrørende provisorisk vannforsyning (Vedlegg A).

Reguleringsplaner

Alle reguleringsplaner bør inneholde en VAO-rammeplan, som vedtas som en del av reguleringsplanen. Som grunnlag for å utarbeide VAO-rammeplan skal kommunens VA-norm benyttes dersom kommunen har dette. Dette sikrer at løsningene blir prosjektert i henhold til pre-aksepterte retningslinjer. Dersom kommunen ikke har egen VA-norm, bør kommunen abonnere på Norsk VA-norm, der man blant annet får fri tilgang til VA/Miljø-bladene. Utarbeidelsen av VAO-rammeplan må

være i henhold til forutsetninger gitt i kommuneplanens arealdel, og eventuelt henvisninger til kommunens ROS-analyse for brannberedskap.

Arbeidet med en reguleringsplan starter formelt med en forhåndskonferanse etter plan- og bygningsloven § 21-1, som skal avklare tiltakets forutsetninger og rammene for videre saksbehandling. Kommunen skal her gi nødvendig informasjon om bl.a. rammeforutsetninger og krav knyttet til arealplaner, infrastruktur, aktuelle lover, forskrifter og retningslinjer, dokumentasjonskrav, kommunens praksis og saksbehandlingsrutiner. På forhåndskonferansen skal vannverket informere om tilgjengelig vann til brannslukking på ledningsnettet og eventuelt fra øvrige kilder, samt informere vedrørende planer om eventuelle utvidelser av eksisterende vann-nett, eller planer om bygging av ny infrastruktur. På forespørsel fra tiltakshaver kan vannverket gi en skriftlig uttalelse vedrørende nevnte forhold, med spesifisering av krav vedrørende slokkevann og vann til sprinkling.

Etter forhåndskonferansen vil tiltakshaver utarbeide forslag til reguleringsplan som innholdsmessig må følge opp hovedtrekk i foreliggende områdereguleringer og rammer gitt i kommuneplanens arealdel, med henvisninger til kommunens ROS-analyse for brannberedskap. VAO-rammeplanen skal som en del av reguleringsplanen blant annet angi prinsipppløsninger for området, sammenheng med overordnet hovedsystem og dimensjonering, samt vise flomveier og angi overvannshåndtering. VAO-rammeplanen kan angi kapasiteten for uttak av slokkevann og eventuelt sprinklervann, samt angi brannkummer og brannhydranter. En detaljert kapasitetsberegning med nettanalyse utføres normalt i forbindelse med detaljprosjekteringen. Forslaget til reguleringsplan med VAO-rammeplan sendes på høring i henhold til § 12-10 i Plan og Bygningsloven. Vannverket bør her være fast høringsinstans for uttalelser knyttet til forsyning av drikkevann og brannvann. Brannvesenet bør også uttale seg vedrørende dette. Etter gjennomført høring skal forslaget til reguleringsplan legges frem for kommunestyret for vedtak.



Figur 7: I byggesaker bør det avholdes forhåndskonferanse for bl.a. å informere om tilgjengelig vann.

Byggesaksbehandling

Både kommunen og tiltakshaver må tilfredsstillere klare krav både etter *Brann og eksplosjonsvernloven* og *Plan og bygningsloven*. Kravene er nærmere utdypet i tilhørende forskrifter og veiledere. I byer og større tettsteder leveres en stor del av det vannet som benyttes til brannslukking og sprinkling gjennom det ordinære drikkevannsnett. Kravene i Drikkevannsforskriften vil derfor være gjeldende. Dette er drøftet nærmere i kapittel 2.4.

Gjennom igangsettelsestillatelser kontrollerer kommunen at bygninger som oppføres tilfredsstillere kravene i lovverket. Det er imidlertid tiltakshaver og eier som er ansvarlig for at bygningen til enhver tid oppfyller kravene i lovverket.

I byggesaker bør det avholdes forhåndskonferanse for å avklare tiltakets forutsetninger og rammer for videre saksbehandling. Forhåndskonferanse kan kreves av både tiltakshaver og av plan og bygningsmyndighet. Dette er spesielt aktuelt ved oppføring av større bygg, eller dersom tiltaket kan være i konflikt med eksisterende reguleringsplan.

Vannverket, enten dette er privat eller offentlig, bør innkalles til forhåndskonferansen for å redegjøre for tilgjengelig kapasitet, trykk, tilknytningspunkter, plassering av eksisterende brannkummer, utbyggingsplaner, osv. Vannverket bør sette grenser for hvor mye vann som kan leveres til brannslukking eller sprinkleranlegg for en bygning eller i et område. Tilgangen på vann

skal inngå i rammebetingelsene for byggetillatelse, og vil dermed kunne sette begrensninger for hvilke branntekniske løsninger som er aktuelle for et bygg.

I en byggesak for store bygninger og for bygninger i områder med vesentlig fare for brannspredning skal tiltakshaver levere en utredning om brannfare og brannforebyggende tiltak. Denne utredningen skal ha et kapittel om behovet for vann til brannslukking. Med utgangspunkt i vannverkets redegjørelse, er det tiltakshavers ansvar å utarbeide en plan for brannsikkerhet som tilfredsstillere lover og forskrifter. Dersom tilgjengelig kapasitet på nettet ikke er stor nok, må tiltakshaver sørge for annen vannforsyning, eksempelvis tilstrekkelig dimensjonert tank med pumpe eller høydebasseng. Eventuelt må andre bygningsmessige løsninger vurderes, for eksempel seksjonering.

2.3.2. Eksempler på problemstillinger knyttet til gradvis fortetning i allerede utbygde områder

Bruken av § 21 i *Forskrift for brannforebygging* er effektiv der det skal bygges ut et klart definert område, f.eks. et næringsområde med stort behov for slokkevann eller et tettbygd boligområde med stort behov for slokkevann. Et problem kan imidlertid være områder som gradvis endrer seg, slik at behovet for slokkevann øker. Slike endringer kan være tilfeldige og uten noen overordnet plan. Dette gjelder både boligområder og næringsområder.

Et typisk problemområde er et boligområde med opprinnelig store tomter, der en enslig enebolig blir erstattet med 2 – 4 boliger, som står svært tett. Ved slik utbygging kan økningen i behovet for slokkevann medføre at brannvesenet ikke lenger klarer seg med vann fra tankvogn. Da dukker det opp følgende spørsmål:

- Skal vannledningsnett forsterkes, og hvem skal dekke kostnadene ved det?
- Finnes det andre måter for brannforebyggende tiltak og brannslukking for slik «eplehagefortetting»?

En annen aktuell problemstilling er boligområder der det opprinnelig har vært 8 m avstand mellom eneboligene. Etter de siste endringer av plan- og bygningsloven kan en boligeier sette opp garasje og lignende uthus uten tillatelse fra kommunen, gitt at øvrige lover og forskrifter, herunder reguleringsplan, oppfylles. Oppføring av slike bygg kan medføre at brannspredningsfaren øker. Dette fanges ikke nødvendigvis opp, siden slik utbygging ikke reguleres ved søknad. Der slik utbygging forekommer, vil spredningsfaren ha økt i forhold til når boligområdet ble etablert, men har den økt så mye at brannvesenet ikke klarer seg med vannforsyning fra tankbil?

Overnevnte spørsmål og problemstillinger må kommunen ta stilling til. Veiledningen til § 21 i Forskrift om brannforebygging pålegger kommunen å gjøre en risikovurdering før kravene til slokkevannforsyning stilles. Blant annet må en vurdere hvorvidt en ved utbygging av nye områder skal planlegge for sannsynlig slokkevannsbehov 10-20 år fram i tid som følge av endring i bebyggelse på den enkelte tomt, som eksemplifisert ovenfor. Samtidig må en vurdere i hvilken grad brannvesenets slokkevannsbehov må dekkes gjennom vannforsyningsnettet, eller hvorvidt bruk av f.eks. tankbil(er) kan dekke hele eller deler av dette behovet. En bør ta med i vurderingen at kostnaden ved å anlegge en vannledning m/ brannkummer samtidig med bygging av hovedavløpsledningene vil være en brøkdelskostnadene ved en eventuell kapasitetsutvidelse i ettertid.

2.3.3. Kommunens driftsansvar

Kommunens driftsansvar knyttet til å sikre at brannvesenet har tilgjengelig slokkevann, samt at sprinkleranlegg har tilstrekkelig vannforsyning er beskrevet i veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*.

Veiledning til tidligere Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, § 5-4 Vannforsyning:

Kommunen plikter å sørge for at tilrettelagt slokkevannforsyning for brannvesenet er tilgjengelig til alle årstider, gjennom rutinemessig kontroll og vedlikehold, samt at sprinkleranlegg til enhver tid har tilgang til den vannmengde som er forutsatt.

Kommunen bør:

- Utarbeide og oppdatere kart over slokkevann, herunder ledningsnett med markering av ledningsdimensjoner, uttak, stoppeventiler mv.
- Om nødvendig å foreta ombygging av styringsmekanismen på eventuelle rørbruddsventiler for å sikre at vanntilførselen ikke på noe tidspunkt blir avstengt i en brannsituasjon
- Merke slokkevannsuttakene
- Innføre rutiner for inspeksjon av uttakene med vekt på korrosjon, frost og gjengroing
- Foreta periodiske tappeprøver for kontroll av tilgjengelig vannmengde, og at ev. rørbruddsventiler ikke stenger i kortere eller lengre tid (Spesielt viktig på nye vannledninger og ved nystallerte sprinkleranlegg).

Prøving av anlegg må foretas i samarbeid med vannverket, se § 2-4.



Figur 8: Alle brannvannuttak skal merkes.

Veiledningen understreker at kommunen bør ha oppdatert kart som viser tilgjengelig slokkevannskapasitet. Dette er i tråd med de anbefalinger som gis i denne rapporten i kapittel 2.1.4.

I tillegg påpekes at det er viktig å påse at slokkevannsuttakene merkes, samt at en har rutiner for inspeksjon av disse. I så måte er det viktig å vurdere hvorvidt brannkummer eller hydranter er ønskelig å etablere. Kummer kan være vanskelig å holde operative om vinteren. Det kan være vanskelig å finne kummer som er dekket av store mengder snø. Nøyaktige innmålinger av kumlokk, samtidig som brannvesenet utstyres med kumsøker, kan være en løsning som langt på vei eliminerer problemet med å lokalisere brannvannsuttak.

Det er også viktig å merke seg at kommunen bør kontrollere at ikke rørbruddsventiler skaper problemer ved at de tolker brannvannsuttak som rørbrudd, og at disse i verste fall gjør at en ikke har slokkevann tilgjengelig ved en brann. Kommunen må i tilfelle sørge for nødvendig ombygging av slik ventil. Dersom forsyningssystemet inneholder rørbruddventiler bør en vurdering av disse inngå som en del av kommunens ROS-analyse.



Figur 9: Rørbruddsventil må ikke stenge automatisk ved stort brannvannsuttak. (Vann- og avløpsteknikk side 273)

Et annet aspekt som ikke er nevnt i veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* er at kommunen bør ha rutiner for å sikre at ventiler settes i riktig stilling f.eks. etter vannlekkasjer og vedlikehold på nettet. Det kan være kritisk for tilgjengelig slokkevannskapasitet dersom ventiler ikke settes tilbake i riktig stilling. Ferdigstillingsrapport eller lignende kan være en løsning for å sikre at ventiler blir satt tilbake i riktig stilling. Slike vurderinger bør inngår i kommunens ROS-analyse.

Tappeprøver for å kontrollere tilgjengelige vannmengder er omtalt i kapittel 2.3.4.

Avslutningsvis påpekes at veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* beskriver at kommunen skal «sørge for» at tilrettelagt slokkevannsforsyning for brannvesenet er tilgjengelig til alle årstider. Dette innebærer at kommunen skal påse at det tilrettelegges for dette, men det er ikke nødvendigvis slik at det er kommunen som skal bære kostnaden, eller selv være utførende for nødvendige tiltak/vedlikehold. Det er imidlertid viktig at kommunen inngår klargjørende avtaler, eksempelvis med private vannverk, som i tilstrekkelig grad regulerer ansvarsforholdene vedrørende drift og vedlikeholdsbehov knyttet til slokkevannsforsyning.



Figur 10: Hydranter er lettere å finne enn brannkummer og raskere å koble til.

2.3.4. Vannforsyning til sprinkleranlegg og krav til tappeprøver

Etablering av vannforsyning til sprinkleranlegg

Ved regulering av nye utbyggingsområder, skal kommunen sørge for at vannforsyningen til automatiske slokkeanlegg er del av rammeforutsetningene for byggetillatelse før de blir prosjektert og etablert. Nødvendig vannmengde, trykk, etc. for sprinkling vil være avhengig av objekttype, utløsningsareal og objektets bruk. Kommunen bør derfor ha oppdatert dokumentasjon om tilgjengelig slokkevannsforsyning som stilles til rådighet for ansvarlig prosjekterende i byggesaker. Lovverket setter hovedfokus mot person-sikkerheten i byggverk eller områder hvor brann kan medføre tap av mange liv. I slike byggverk vil vannforsyning til sprinkleranlegg på opp til ca. 50 l/s kunne være dekkende. Denne kapasiteten vil ofte være tilgjengelig bl.a. i bysentrum og tett befolkede områder, men i mange områder vil det også være slik at 50 l/s ikke er tilgjengelig gjennom vannforsyningsnettet. For å sikre vannledningsnettet mot undertrykk i øverste forsyningspunkt i trykksone kan sprinkleranlegg ikke dimensjoneres for lavere trykk eller høyere vannuttak på vannledningsnettet enn det som vannverket har fastsatt.

Dersom det ikke er ønskelig, eller økonomisk forsvarlig, med en generell oppgradering for å øke kapasiteten på ledningsnettet, vil det være tiltakshaver/eier som selv har ansvar for å etablere tilførsel av større vannmengder

til sprinkleranlegg. Dette kan gjøres med f.eks. vann fra basseng eller åpen kilde. Byggverk med stor takhøyde, høy brannbelastning, lagring i høye reoler eller lignende kan ha et vannbehov til sprinkleranlegg på 6-9 000 liter per minutt (100-150 l/sek). Bare unntaksvis er det mulig eller ønskelig å ta ut så store mengder fra vannledningsnettet. Da bør tiltakshaver planlegge lokal vannforsyning, eller vurdere bygningsmessige tiltak, for eksempel seksjonering. Krav til tilbakeslagssikring for sprinklerabonnenter er nærmere omtalt i Kapittel 2.4.1

Trykkøkingspumper

I mange tilfeller vil det offentlige vannledningsnettet være i stand til å levere den vannmengden sprinkleranlegget krever, men at denne vannmengden ikke kan leveres ved nødvendig trykk. Dette problemet blir ofte løst ved installasjon av en trykkøkingspumpe. Denne blir montert direkte på sprinkleranleggets vanninnlegg før sprinklerventilen. En slik løsning er beskrevet i sprinklerregelverket og har vært praktisert i mange år. Erfaring viser imidlertid at denne løsningen kan skape en del utfordringer for vannverket dersom installasjonen blir utført på feil måte, f.eks. ved at det installeres for stor pumpe. I slike tilfeller vil det være fare for at det kan oppstå sugekavitasjon, som i ytterste konsekvens kan medføre pumpehavari, i tillegg til at det kan oppstå undertrykk i vannledningsnettet med fare for forurensing av drikkevannet som resultat. Det vil derfor være hensiktsmessig at valg av trykkforsterkningspumper meldes til vannverket for godkjenning tidlig i prosjekteringsfasen.

Videre sees et behov for at sprinklerregelverket oppdateres i forhold til trykkøkingspumper. Den gjeldende standarden legger opp til at vannforsyningen skal kunne levere 120 % vannbehovet ved minimum 0,5 bar resttrykk i vannledningsnettet, et krav som normalt ikke vil være akseptabelt for vannverkene.

Tappeprøver for sprinkleranlegg

For bygninger der en forutsetning for driften er at det installeres automatisk slokkeanlegg, vil det kunne medføre alvorlige konsekvenser i form av tapte verdier og i verste fall menneskeliv dersom vannforsyningen er underdimensjonert eller av ulike årsaker ikke fungerer. Dette er bakgrunnen for at det for sprinkleranlegg er krav til årlig tappeprøver for å verifisere at vannforsyningen er tilstrekkelig i henhold til dimensjoneringen av anlegget. I den forbindelse er det viktig at vannverket, enten dette er privateid eller eies av kommunen, godkjenner tappeprøver i forkant slik at de kan sikre at tappeprøven ikke medfører fare for forurensing av drikkevannet. I den forbindelse bør vannverket sette visse vilkår knyttet til mengde vann som tas ut, minimum trykk ved tappepunktet, samt at nedstengning og

åpning skal skje gradvis for å unngå trykkstøt på nettet. Trykk og vannføring ved uttakspunktet bør måles under tappeprøven, og vannføringen bør kunne styres slik at trykket ikke blir lavere enn vannverket har gitt tillatelse om. I henhold til utkastet til ny Drikkevannsforskrift, som er ute på høring primo 2016, er det tatt inn krav om at vannverket skal gi skriftlig tillatelse med vilkår før tappeprøve av sprinkleranlegg kan utføres. Se kap 2.4.

Med bakgrunn i at fullskala tappeprøver i mange tilfeller medfører forringet vannkvalitet til forbruker, er det i dag mange vannverk som setter en øvre begrensning på vannmengder som tas ut ved tappeprøver. Nedskalerte tappeprøver kombineres gjerne med simulering med nettmodell. Ved å sammenligne en slik delmåling (utført med to til tre målepunkt) med vannverkets nettmodell, vil en kunne se om det er vesentlige avvik mellom disse. På den måten får en bekreftet teoretisk at vannforsyningen er korrekt uten å ta ut store mengder vann, med de problemer det kan medføre for vannkvaliteten.



Figur 11: Fullskala tappeprøver fører vanligvis til spyleeffekt i ledningsnettet og forringet vannkvalitet.

Nytteverdi av tappeprøver

Vannverket bør i sin tillatelse til utførelse av tappeprøver stille krav om at vannverket får medvirke til planlegging og utførelse. Dette for å sikre at målingene også kan brukes til å kvalitetssikre om nettmodellen er oppdatert. Resultater fra tappeprøver kan også benyttes til å kontrollere om ventiler på nettet står i feilstilling eller ikke fungerer som tiltenkt. Det forekommer dessverre at tappeprøver avdekker at den dimensjonerende kapasiteten til sprinkleranlegget ikke kan leveres pga. feilstilte ventiler. Det finnes blant annet eksempler på anlegg der tappeprøve har blitt utført for første gang flere år etter at bygningen er tatt i bruk, der det har blitt avdekket at vanntilførselen til sprinkleranlegget har vært avskåret på grunn av stengt ventil. I tilfeller som dette vil konsekvensene ved brann kunne blitt fatale ettersom sprinkle-

ranlegget ville vært ute av drift. Det finnes også eksempler på at ventiler som har stått i ro over mange år, ikke har virket som forutsatt når behovet har oppstått. Som eksempel vil en reguleringsventil som ikke åpner opp og gir mer vann slik nettmodellen beskriver, nedføre at sprinkleranlegget i verste fall kan havarere, med de konsekvenser dette vil innebære. Det er også eksempler på at kapasiteten i enkelte forsyningsområder kan endre seg over tid. F.eks. kan et bygg som opprinnelig var koblet mot en høytrykksone, bli koblet mot en ny sone med lavere trykk ved fremtidige utvidelser av vannforsyningsnettet. Dette er viktig å fange opp slik at sprinkleranleggets forutsetninger kan oppdateres i takt med de faktiske forholdene. Ved å utføre en årlig kapasitetsmåling, vil man få bekreftet at vannforsyningen fungerer som planlagt, eller om endringer i vannkapasiteten medfører at sprinkleranlegget må oppdateres.

Kommunen har også anledning til å sørge for at tappeprøver samordnes med rutinemessig spyling av nettet slik at tappeprøvene kan være et nyttig element i forhold til vedlikehold og drift utover det å dokumentere tilgjengelig vannføringskapasitet.

Eksempel på kommunale retningslinjer for forsyning av slokkevann og vann til sprinkleranlegg

I Drammens-regionen har 9 kommuner samarbeidet om utarbeidelse av en felles retningslinje for slokkevann for brannvesenet og for sprinkling kalt *Godt Vann Drammensregionen* som ble utgitt i 2011. Retningslinjen er utarbeidet som et samarbeid mellom brannvesen, plan og bygningsmyndighetene og VA-avdelingen med det formål å informere huseiere og utbyggere om gjeldende regelverk og praksis, samt for å lette saksbehandlingen i de ni kommunene som inngår i samarbeidet. Erfaringene etter at retningslinjene er tatt i bruk er positive, og flere andre kommuner har i ettertid etablert egne retningslinjer etter samme mal som *Godt Vann i Drammens-regionen* [7].

Retningslinjene for slokkevann for brannvesenet og sprinkling for Drammensregionen er gjengitt i sin helhet i Vedlegg B som eksempel på god praksis for bruk til å sikre behov for slokkevann og sprinklervann innenfor dagens regelverk.

2.3.5. Anbefalinger – planarbeid, byggesaksbehandling og ROS analyse

Kommunens sjekkliste for brannvann i forbindelse med planarbeid

For å sikre at det tas høyde for behovet for slokkevann og vann til sprinkling i kommunens planarbeid anbefales følgende:

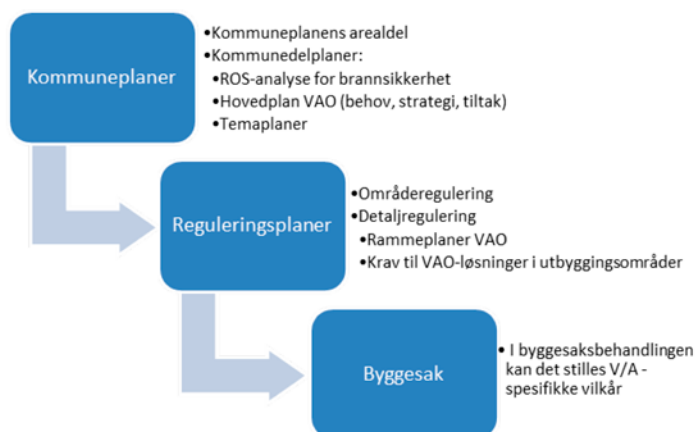
- Kommunen må gjennomføre en ROS-analyse for brannberedskap for å kartlegge behovet for slokkevann og hvordan dette kan dekkes. Dersom eksisterende vannforsyning ikke er tilstrekkelig, må det identifiseres tiltak som ivaretar brannsikkerheten, der blant annet vurdering av leveringssikkerhet knyttet til bruk av alternative kilder til slokkevann må inngå i analysen. Det er viktig å involvere nødvendig kompetanse innen vann og avløp, brannfag og planarbeid.
- Vannverket må på et tidlig tidspunkt få anledning til å uttale seg til forslag om endringer i kommuneplanen, eller ved utarbeidelse av nye kommunedelplaner og arealplaner.
- Det bør spesifikt etableres hjemmelsgrunnlag i kommunens arealplan for at alle reguleringsplaner skal inneholde VAO-rammeplan.
- Ved utarbeidelse av nye reguleringsplaner må vannverket innkalles til forhåndskonferanse for å orientere bl.a. vedrørende tilgjengelig vann til brannslukking på ledningsnettet, planer om eventuelle utvidelser av eksisterende ledningsnett, samt planer om nybygging.
- Ved mindre endringer i reguleringsplaner bør vannverket rutinemessig varsles i tidlig fase slik at de blant annet får anledning til å kommentere eventuelle forhold som kan medføre endring i behovet for slokkevann.
- Vannverk og brannvesen bør være faste høringsinstanser for alle arealplaner.

Behovet for slokkevann og vann til sprinkleranlegg må vurderes i planarbeid og byggesaksbehandling.

Kommunens sjekkliste ved byggesaksbehandling

For at plan- og bygningsmyndighetene skal kunne oppfylle sitt lovpålagte ansvar, bør de på et tidlig tidspunkt varsle vannverket ved behandling av byggesaker for å sikre at krav knyttet til vannforsyning, inklusiv slokkevann og vann til sprinkling, blir tatt høyde for i en tidlig planleggingsfase. Følgende sjekkliste for å ivareta krav til brannvann ved byggesaksbehandling anbefales:

- Vannverket bør kontaktes ved byggesaksbehandling av mindre bygg slik som bolighus dersom forholdene rundt krav og behov av slokkevann ikke klart fremgår av reguleringsplanen. Uansett skal vannverket kontaktes av tiltakshaver for å fremskaffe dokumentasjon av tilgjengelig kapasitet for slokkevann og vann til sprinkling.
- Vannverket bør innkalles til forhåndskonferanse i forbindelse med byggesak for å kunne gi uttalelse om tilgjengelig kapasitet, tilkoblingspunkter, behov for nye brannkummer/hydranter, etc. Dersom det ikke avholdes forhåndskonferanse bør vannverket uansett kontaktes på et tidlig tidspunkt ved byggesaksbehandling av store bygg.
- Brannvesenet bør kontaktes for å vurdere hvorvidt det er tilrettelagt for rednings- og slokkeinnsats i forbindelse med byggesaksbehandling av store bygg eller ved tett bebyggelse.
- Vannverket skal behandle søknader om installasjon av sprinkleranlegg. Sprinkleranlegg skal ikke detaljprosjekteres før tilknytningstillatelse med leveringsbestemmelser, om blant annet leveringstrykk, er gitt.
- Vannverket, enten dette er privat eller eid av kommunen, skal tilby dokumentasjon på tilgjengelig kapasitet for slokkevann på ledningsnett.



Figur 12: Anbefalte prosesser for planarbeid og byggesaksbehandling

2.3.6. Anbefalinger – vannforsyning til slokkevann – Hvordan påse at brannvesenets behov for slokkevann er oppfylt?

Som utgangspunkt må kommunen kartlegge brannvannsdekning i hele forsyningsnett. Videre bør kommunen gjennomføre en ROS-analyse der en

Gjør en samfunns-økonomisk vurdering av hvordan behovet for slokkevann kan dekkes.

foretar en overordnet vurdering av brannvesenets behov for slokkevann, samt hvordan dette behovet mest hensiktsmessig kan dekkes i ulike deler av kommunen:

Nybygg/sanering:

Ved nybygg og sanering vil det i utgangspunktet medføre relativt små kostnader å legge en større rørdimensjon for å sikre at brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes gjennom det kommunale vannforsyningsnett. Det anbefales derfor at en ved nybygg og sanering dimensjonerer ledningsnett for å tilfredsstille brannvesenets behov for slokkevann, dersom dette ikke medfører betydelige negative konsekvenser for den ordinære drikkevannsforsyningen. Dersom behovet for ordinær drikkevannsforsyning er vesentlig lavere enn behovet for slokkevann, vil dette kunne ha uheldige konsekvenser for drikkevannskvaliteten. En bør da vurdere hvorvidt brannvesenets behov for slokkevann kan dekkes ved andre tiltak, slik at en unngår konflikt ved samtidig forsyning av drikkevann og brannvann, samtidig som brannsikkerheten ivaretas.

Oppgradering av eksisterende nett

Oppgradering av eksisterende vannforsyningsnett vil normalt være meget kostbart. I områder der brannvesenets behov for slokkevann ikke er dekket gjennom eksisterende vannforsyningsnett, bør det vurderes om det er mer hensiktsmessig, ut fra hensynet til økonomi og drikkevannskvalitet, å dekke brannvesenets behov for slokkevann ved tiltak som ikke medfører en oppgradering av eksisterende ledningsnett.

2.3.7. Anbefalinger – vannforsyning til sprinkleranlegg

Ved etablering av sprinkleranlegg er det nødvendig å påse at dette skjer uten fare for at drikkevannskvaliteten i vannforsyningssystemet vil forringes. Det gis følgende anbefalinger:

- Kommunen bør ha oppdatert dokumentasjon om tilgjengelig vannforsyning som stilles til rådighet for ansvarlig prosjekterende i byggesaker.

Påse at vannforsyning til sprinkleranlegg ikke forringer drikkevannskvaliteten.



Figur 13: Norsk Vann rapport 193 gir nyttig veiledning om av dimensjonering av ledningsnett.

- For å sikre vannledningsnettets mot undertrykk kan sprinkleranlegg ikke dimensjoneres for lavere trykk eller høyere vannuttak på vannledningsnettets enn det som vannverket har fastsatt.
- Dersom vannbehovet til sprinkleranlegg ikke kan dekkes gjennom vannforsyningsnettets, vil det være tiltakshaver/eier som selv har ansvar for å etablere tilførsel av større vannmengder. Dette kan gjøres med f.eks. vann fra basseng eller åpen kilde.
- Ved bruk av trykkforsterkningspumpe for å oppnå tilstrekkelig trykk til sprinkleranlegget skal valg av denne godkjennes av vannverket tidlig i prosjekteringsfasen.
- Krav til tilbakeslagssikring av sprinkleranlegg i henhold til NS-EN 1717 og for påkobling av abonnenter der det kan være fare for forurensning av drikkevannet ved tilbakeslag. Se Norsk Vann rapport 215-2015 «Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere», figur 16.

Tappeprøver

Ved utførelse av tappeprøver er det nødvendig å påse at dette skjer uten fare for at drikkevannskvaliteten i vannforsyningssystemet forringes. Det gis følgende anbefalinger:

- Kommunen bør sette krav til at tiltakshaver skal innhente tillatelse fra vannverket ved tappeprøver. Vannverket bør sette vilkår blant annet knyttet til tidspunkt for utførelse, størrelse på uttak og at tappeprøvene planlegges og utføres på en slik måte at vannverket har nytte av disse til verifisering av nettmodell.

2.4. Konsekvenser for drikkevannskvalitet

Drikkevannsforskriften slår fast at det er forbudt å forurense drikkevannet. Videre angir drikkevannsforskriften § 12 krav til kvalitet, og sier at drikkevann skal, når det leveres til mottakeren, jf. § 5, være hygienisk betryggende, klart, og uten framtrædende lukt, smak eller farge.

Drikkevannsforskriften § 4. Bestemmelser om forbud mot forurensning av vannforsyningssystem:

Det er forbudt å forurense vannforsyningssystem og internt fordelingsnett dersom dette kan medføre fare for forurensning av drikkevannet.

Drikkevannsforskriften er i 2016 under revisjon. I høringsutkastet er det lagt vekt på å forsterke beskyttelsen av vannkvaliteten i distribusjonssystemet. Eget sikring mot tilbakestrømming er fremmet som krav i §4, og ses i sammenheng med det generelle forbudet mot forurensning av drikkevann. Risiko for forurensning av ledningsnettets henger nøye sammen trykkforholdene i distribusjonssystemet. I utkast til ny §14 «Beskyttelsestiltak» foreslås det følgelig at «Vannverkseiere kan stille krav om maksimal vannmengde som kan tas ut ved testing av sprinkleranlegg». Ordlyden skal gi vannverkseiere nødvendige virkemidler for å kunne oppfylle trygghetskravet i §5: «Vannverkseieren skal sikre at drikkevannet er helsemessig trygt».

Forslag til ny §9 pålegger vannverkseiere å sikre at tiltak gjennomføres for å håndtere identifiserte farer. Redusert vannkvalitet som følge av for lang oppholdstid vil kunne medføre noe økt mikrobiologisk aktivitet, herunder økt kimtall. Også sensorisk kvalitet vil kunne forringes. Vannverkseiere skal sikre at dette ikke forekommer gjennom fareanalyse og påfølgende tiltak.



Figur 14: I forslaget til ny drikkevannsforskrift er kravene til god drikkevannskvalitet skjerpet.

Et vannledningsnett skal optimalt sett være bygd og drevet slik at det til enhver tid kan tas ut nok vann med tilstrekkelig trykk i alle tappepunkter. Viktige tiltak for å oppfylle kravene til kvalitet i drikkevannsforskriften er å:

- Unngå innsug av forurensninger ved at det til enhver tid er overtrykk i ledningene
- Redusere omfanget av begroing, korrosjon og stillestående vann
- Unngå lekkasjer og rørbrudd

I forhold til levering av vann til slokking og sprinkling, samt planlegging av drift og vedlikehold av vannforsyningsnettet, må en i første rekke være oppmerksom på følgende faktorer som kan bidra til forurensing og forringelse av drikkevannet.

1. Undertrykk: Dersom det oppstår undertrykk på deler av nettet vil det være fare for innsug av forurenset vann
2. Oppholdstid: Særlig lang oppholdstid i ledningsnettet er ugunstig i forhold til bakterievekst og forringelse av kvaliteten på drikkevannet
3. Spyleeffekt: Høye vannhastigheter kan medføre en spyleeffekt der innvendig belegg i vannrørene løsner og virvles opp slik at drikkevannskvaliteten forringes
4. Trykkstøt: Trykkbølger som oppstår ved hurtig endring i strømningsmengde i trykksatte rørsystemer
5. Kavitasjon: Kan oppstå ved undertrykk i vannledningen når trykket blir lavere enn vannets damptrykk, hvilket resulterer i dannelsen av dampbobler. Når dampboblene passerer en pumpe vil de pga. trykkøkningen kollapse og medføre belastninger og eventuelt skade på pumpesystemet.
6. Korrosjon: Korrosjon medfører at rørmaterialer bestående av metaller eller metallegeringer gradvis kan tæres bort som følge av oksidasjon. Sementbaserte materialer tæres pga utluting av kalsium fra rørmaterialet.

Hver av disse faktorene kan enten direkte (1, 3, 4 og 5) eller indirekte (2 og 6) til sammen bidra til at vannforsyningssystemet ikke klarer å opprettholde de kvalitets- og funksjonskrav som er gitt av *Drikkevannsforskriften*. De direkte faktorene oppstår gjerne i forbindelse med ekstrembelastning, eksempelvis i forbindelse med slokkevannsuttak eller tappeprøver, og vil således kunne sette vannforsyningssystemet ut av stand til å levere hygienisk betryggende drikkevann. I tillegg vil enkelte av disse faktorene i ytterste konsekvens kunne medføre funksjonssvikt, slik at systemet heller ikke vil være i stand til å levere slokkevann.

2.4.1. Undertrykk

En viktig forutsetning for ikke å forringe vannkvaliteten i transportsystemet på grunn av innlekking av forurenset vann fra omgivelsene, er å velge tekniske løsninger som sammen med tilfredsstillende drift og vedlikehold sikrer et tilstrekkelig driftstrykk (overtrykk) i vannledningsnettet. Ofte er både vann- og avløpsledningene lagt

i samme grøft, og en må derfor regne med at deler av grøftene kan være forurenset av avløpsvann. Dersom det oppstår undertrykk i vannledningen i en slik grøft, og ledningen samtidig er lekk, så vil avløpsvann suges inn på drikkevannsnettet. Dette vil være spesielt alvorlig dersom grunnvannsstanden står høyere enn vannledningen. Erfaringer har vist at faren for inntrenging av forurensninger er størst under ekstraordinære værforhold, for eksempel ved flom og uvær. Undertrykk medfører også fare for innsuging av forurenset vann i forbindelse med abonnenter som ikke har etablert tilstrekkelig tilbakeslagssikring, eller gjennom utette brannventiler dersom disse står under vann.

I slike tilfeller kan det bli nødvendig å anbefale koking av vannet, hvilket vil medføre store problemer for mange forbrukere som eksempelvis næringsmiddelbedrifter, sykehus og aldershjem.

Større rørbrudd og uttak av slokkevann i forbindelse med brann kan medføre undertrykk med fare for innsug av forurenset vann. En bør spesielt merke seg at fare for undertrykk kan oppstå under tappeprøver i forbindelse med ettersyn av sprinkleranlegg. I slike tilfeller er det ofte ønskelig å ta ut store vannmengder, hvilket medfører at det kan oppstå undertrykk langt fra tappepunktet. Tappeprøver kan også medføre trykkstøt, dersom en ikke sørger for en gradvis åpning og lukking av brannventilen. Trykkstøt kan medføre at trykket blir høyere enn det ledningen er dimensjonert for å tåle, med påfølgende fare for rørbrudd og utblåsning av sikkerhetsventiler på varmtvannsberedere. Trykkstøt kan i tillegg medføre undertrykk, med påfølgende fare innsug eller tilbakeslag. Tappeprøver i forbindelse med ettersyn av sprinkleranlegg er omtalt i Kapittel 2.2.5.

Lufteventiler er viktige komponenter i et vannforsyningssystem. Normalt plasseres disse i høybrekk, der det kan samle seg luftlommer. Dersom en har defekte lufteventiler, kan dette medføre redusert kapasitet i nettet. Det finnes også dobbeltvirkende lufteventiler som vil suge inn luft dersom det oppstår undertrykk



Figur 15: Norsk Vann rapport 143 beskriver helserisiko ved trykkløst ledningsnett..

i ledningen. Hensikten er å bevare ledningen, f.eks. ved å hindre at den knekker sammen, og således begrense den negative effekten av eventuelle trykkstøt, større rørbrudd og tappetester der det tas ut mer vann enn forsyningsnettet tåler.

Mange kommuner har gjennom sine investerings- og vedlikeholdsbudsjetter lagt vekt på å bygge ut hovedledningsnettet slik at dette blir mer robust og mindre utsatt for undertrykk ved brannvannsuttak. Høydebasseng er dimensjonert for å sikre vannforsyningen ved stort vannforbruk, samt for å bidra til å utjevne trykket på ledningsnettet. Dette er eksempler på tiltak som gjør nettet generelt bedre rustet til å tåle både brannvannsuttak og tappetester uten at dette medfører undertrykk. Andre tiltak er tosidig forsyning og utskifting av gamle reduksjonsventiler med betydelige singulærtap. I tillegg vil utskifting og rehabilitering av ledningsnett bidra til redusert lekkasjenivå og et mer hydraulisk glatte rør, som dermed kan gi styrket kapasitet og mindre risiko for undertrykk og tilbakeslag.

For å sikre seg mot at det oppstår undertrykk i nettet som følge av tappeprøver er det viktig at vannverket varsles på forhånd, og at det settes vilkår til maksimalt vannuttak fra tappepunktet hos abonnenten. På denne måten kan vannverket, f.eks. ved bruk av nettmodell og simulering av vannuttak, sette begrensinger som sikrer at tappeprøven ikke medfører undertrykk i vannforsyningsnettet. Enkelte kommuner har etablert retningslinjer som krever at abonnenten skal innhente tillatelse med vilkår i forkant av utførelse av tappeprøve. Retningslinjene omfatter typisk bruk av nedskalerte tappeprøver i kombinasjon med simulering i nettmodell som standard ved kontroll av kapasiteten på sprinkleranlegg. Per april 2016 er innhenting av tillatelse fra vannverket for utførelse av tappeprøver ikke hjemlet i lovverket. Et slikt krav er imidlertid foreslått tatt inn i ny Drikkevannsforskrift.

Faren for innsug av forurenset vann kan som nevnt også skyldes at forurenset vann strømmer fra en abonnent og tilbake til det kommunale vannledningsnettet. For å forebygge tilbakestrømning av forurenset vann fra et sprinkleranlegg gjelder standarden NS-EN 1717 for tilbakeslagssikring. Behovet for tilbakeslagsvern må vurderes i industribedrifter og annen virksomhet der det er risiko for at prosessvann eller annen væske vil kunne bli sugd eller pumpet inn i vannledningen. Utkastet til ny Drikkevannsforskrift inneholder forslag til krav om tilstrekkelig tilbakeslagssikring for å unngå muligheten for forurensning av drikkevannet hos kritiske abonnenter. Kravet til tilbakeslagssikring er foreslått å omfatte bl.a. industri, i tillegg til sprinkleranlegg. Det vises for øvrig til

Norsk Vann rapport 215, *Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseierne* [8].



Figur 16: Norsk Vann rapport 215 gir anbefalinger om tilbakestrømssikring.

I Kapittel 2.3.4 omtales trykkforsterkningspumper for sprinkleranlegg, og viktigheten av at disse er dimensjonert slik at de ikke tar ut mer vann enn vannforsyningsnettet tåler. Dersom de er dimensjonert for høyere kapasitet enn nettet tåler vil de kunne være en kilde til undertrykk.

2.4.2. Oppholdstid og drikkevannskvalitet

Det foreligger ingen krav i Drikkevannsforskriften i forhold til en øvre begrensning av dimensjoneringen for å unngå unødvendig lange oppholdstider.

Drikkevannsforskriften, § 13. Materialvalg og dimensjonering av transportsystem og vannbehandlingsanlegg:

Transportsystem og vannbehandlingsanlegg skal være tilstrekkelig dimensjonert og tilrettelagt slik at:

1. vannbehandlingen fungerer tilfredsstillende og kravene til drikkevannskvalitet overholdes også ved maksimalt vannforbruk og under perioder med ugunstig råvannskvalitet,
2. kravene til tilfredsstillende vannkvalitet og -mengde kan opprettholdes under reparasjons- og vedlikeholdsarbeider, filterspyling, renhold med mer.

En bør imidlertid være oppmerksom på at de deler av vannforsyningssystemet som har liten vanngjennomstrømning, er særlig utsatt for kvalitetsendringer på grunn av begroing, korrosjon og bakterievekst. Eksempler er høydebassenger, endeledninger og øvrige

ledninger med lang oppholdstid. Deler av vannforsyningsnettet der en har spesielt lange oppholdstider bør derfor rengjøres regelmessig. Dette gjelder spesielt i områder der brukerne klager på dårlig lukt og smak, grums eller farge i vannet, og der kontroller avdekker utilfredsstillende bakteriologiske forhold slik som høye kimtall. Vær spesielt oppmerksom på at lange oppholdstider i kombinasjon med oppvarming av vannet vil gi gunstige forhold for legionella vekst. For å redusere problemene med begroing av forsyningsrør og muligheten for nedsatt vannkvalitet over tid, utfører mange kommuner periodisk spyling av rørr nettet, der en i hovedsak vil fjerne løst slam. Når en utfører planlagt spyling, er det viktig at rørrstrekken som spyles ikke blir tilført belegg pga. utilsiktet spyleeffekt som finner sted oppstrøms i ledningsnettet. Med andre ord må det påsees at ledningsnett som skal spyles, kun tilføres vann fra rør som allerede er rengjort. Det vil også være hensiktsmessig å stenge ventiler for å oppnå ensrettet strømnings, og høyere spylehastighet i forgreninger dersom dette er ønskelig [9].

Kravene til levering av godt drikkevann og samtidig levering av nok slokkevann kan være utfordrende i mange kommuner. Dette vil spesielt gjelde områder der kravet til slokkevann eller sprinklervann er høyt, og det er ordinære vannforbruket lavt. Særlig i distriktskommuner hvor en ofte finner lange, ensidige føringer med begrenset kapasitet, vil samtidig levering av drikkevann og brannvann til abonnenter med stort behov for vann til slokking eller sprinkling kunne være problematisk. Dersom en i slike tilfeller oppfyller kravet til slokkevannsforsyning gjennom vannforsyningsnettet, vil dette resultere lange oppholdstider. Dette kan være uhenksmessig både i forhold til drikkevannskvalitet og økonomi.

I mange kommuner vil det være slik at det ordinære vannforbruket i tettbyggede strøk er såpass høyt at en unngår lange oppholdstider selv om ledningsnettet har en kapasitet på 50 l/s eller mer. Spesielt i bykommuner og større tettsteder vil det derfor være mulig gjennom hensiktsmessig planlegging, drift og oppfølging å besørge levering av både nok slokkevann og godt drikkevann gjennom det ordinære vannforsyningsnettet.

2.4.3. Spyleeffekt

Det er viktig å være oppmerksom at store vannuttak slik som i forbindelse med tappetester og uttak av slokkevann, kan medføre høye vannhastigheter på nettet. Dette kan igjen medføre at innvendig belegg i ledningsnettet løsner og virvles opp for så å transporteres som en del av vannstrømmen. Slik spyleeffekt oppstår gjerne ved en resulterende strømningshastighet på 1 m/s i

rørr nettet. Det er imidlertid grunn til å anta at dersom spylingen skjer i motsatt retning av normal strømningsretning, vil dette i enkelte tilfeller kunne medføre misfarging av vannet, selv om strømningshastigheten er lavere enn 1 m/s.

I forbindelse med planlagt rengjøring og vedlikehold av ledningsnettet vil spylingen normalt foregå kontrollert, slik at en unngår negativ effekt i form av forurensing av drikkevannet som sendes til forbruker. I forbindelse med brannvannsuttak vil det som regel ikke være planlagte tiltak som sikrer at alt belegg som virvles opp blir spylt ut i forbindelse med vannuttaket, og således vil det være en risiko for at vann med nedsatt kvalitet distribueres via ledningsnettet til forbruker. I så måte kan både tappeprøver og brannvannsuttak ha negativ konsekvens for drikkevannskvaliteten selv om en unngår at det oppstår undertrykk på nettet.

2.4.4. Anbefalinger – redusere faren for å levere forurenset drikkevann

I dette delkapittelet gis anbefalinger som vil bidra til å redusere faren for å forurense drikkevannet. Det vises for øvrig til relevant litteratur som *Vannforsynings ABC* utgitt av Folkehelseinstituttet [10], og Norsk Vanns lærebok, *Vann og avløpsteknikk* [11].

Tiltak for å unngå undertrykk i ledningsnettet

Det er viktig å påse at det ikke oppstår undertrykk på nettet. For planlagte driftssituasjoner slik som tappeprøver og spyling av nett bør minimumstrykket i høyeste forsyningspunkt i sonen ikke bli lavere enn 10 mVs. Følgende tiltak vil bidra til å redusere faren for at undertrykk på nettet kan oppstå:

- Forsterkning av ledningsnettet i form av f.eks. høydebassenger, tosidig forsyning, og rehabilitering med utskiftning av gamle ventiltypen med høye trykktap.
- Optimalisering av trykksone i forsyningsnettet, slik at en oppnår styrket kapasitet og mindre risiko for undertrykk og tilbakeslag, ved for eksempel å nyttiggjøre seg av rørrnett som allerede er renvert.
- Sette krav til at tiltakshaver innhenter tillatelse fra vannverkseier ved tappeprøver, og at vannverket setter vilkår knyttet til tidspunkt for utførelse, samt størrelse på uttak.
- Sørge for at brannvesenet har oppdatert oversikt vedrørende tilgjengelig tappekapasitet ved ulike brannkummer/hydranter, og at

Vannledningsnettet må dimensjoneres og driftes slik at en unngår forhold som kan gjøre drikkevannet helsemessig utrygt.

brannvesenet ved øvelse og slokkeinnsats benytter denne informasjonen til hensiktsmessig valg av uttak samtidig som brannvesenets primæroppgaver ivaretas.

- Sørge for at en ikke har defekte lufteventiler i systemet. I motsatt fall kan en få redusert kapasitet i rørnettet ved brannvannsuttak, og trolig forsterke effekten av uønskede trykkstøt.
- All manøvrering av ventiler (åpning og lukking), må være av en slik karakter at en unngår risiko for skadelige trykkstøt i vannforsyningssystemet.
- Trykkforsterkningspumper koblet direkte mot vannforsyningsnettet må godkjennes av kommunen før installasjon, blant annet for å minimere risiko for trykkstøt og kavitasjon.
- Etablere tettere dialog mellom vannverk og brannvesen, og innføre rutine om at brannvesenet kontakter vannverket ved utrykning der det er etablert vaktordning.

Tiltak for å sikre mot innsug av forurenset vann

Følgende tiltak anbefales for å sikre mot innsug av forurenset vann dersom det oppstår undertrykk på nettet:

- Krav til tilbakeslagssikring av sprinkleranlegg i henhold til NS-EN 1717 for påkobling av abonnenter der det kan være fare for forurensing av drikkevannet ved tilbakeslag.
- Prioritere utskiftning av gamle rør og rørstrekk med stor fare for lekkasje.
- Erstatte fjærbelastede med stengbare brannventiler. Alternativt utstyre fjærbelastede brannventiler med dertil egnet sikring.
- Trykkforsterkningspumper koblet direkte mot vannforsyningsnettet må godkjennes av vannverket før installasjon.
- Brannbiler med skumanlegg skal ha tilstrekkelig tilbakeslagssikring.
- Det vises for øvrig til Norsk Vann rapport 215, *Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseierne*. (se kap 2.4.1.)

Tiltak for å unngå unødig lang oppholdstid

Det er flere forebyggende tiltak som kan være aktuelle i forhold til å redusere eventuell negativ effekt på drikkevannet ved samtidig levering av slokkevann/sprinklervann:

- Sørge for bedre gjennomstrømning av vann i områder med lavt ordinært forbruk.
- Etablere ringstruktur på ledningsnettet, som også gir bedre hydraulisk kapasitet
- Egen stikkledning for forbruksvann
- Vurdere andre kilder for slokke- og sprinklervann
- Etablere høydebasseng med gjennomstrømning

Tiltak for å unngå uønsket spyleeffekt

Følgende tiltak anbefales for å unngå uønsket spyleeffekt ved for høye vannhastigheter på nettet på nettet:

- Sette krav til at tiltakshaver innhenter tillatelse fra vannverket ved tappeprøver, og at vannverket setter vilkår blant annet til tidspunkt for utførelse, samt størrelse på uttak.
- Sørge for at brannvesenet har oppdatert oversikt vedrørende tilgjengelig tappekapasitet ved ulike brannkummer og hydranter, og at brannvesenet ved øvelse og slokkeinnsats benytter denne informasjonen til hensiktsmessig valg av punkt for vannuttak, samtidig som brannvesenets primæroppgaver ivaretas.



Figur 17: Norsk Vanns lærebok i Vann- og avløpsteknikk gir en bred innføring i en rekke temaer knyttet til sikker vannforsyning.

3. Slokkemetoder og tilhørende vannbehov

3.1. Vann som slokkemiddel

Til alle tider er vann kjent som et medium som er egnet til å slokke brann. Det er lett å forestille seg at dersom en påfører store mengder vann, vil enhver brann kunne slokkes. Dette er en forestilling som har visse begrensninger. Vann forekommer i ulike former, som en samlet stråle, som en dråpedusj (spray), som vanntåke og som skum. Brann forekommer også i ulike former, hvilket er avhengig av hva som brenner (faste stoffer, væsker eller gasser) og hvor det brenner (branner i det fri og branner i lukkede rom). Brannforløpet er også sterkt avhengig tidspunktet for slokkeinnsats. Hvor lett det er å slokke en brann med vann, avhenger i tillegg av hvor raskt brennbart materiale antennes, samt hvor mye som brenner, sett i forhold til styrken på slokkeinnsatsen.

Det er også viktig å merke seg at hus og bygninger er konstruert for å holde vann i form av regn ute. Branner som oppstår inne i bygningene vil derfor være vanskelig å nå med vannstråler utenfra. Selv om brann sprer seg utenfra og inn i bygningen, kan det være hulrom i konstruksjonen som er vanskelig å nå utenfra. Nevnte forhold medfører at valg av slokkestrategi vil være vesentlig i forhold til å oppfylle brannvesenets formål, hvilket innebærer å berge liv, samt hindre skade både på mennesker og bygninger.

Det er en stor forskjell på slokking av brann i et begrenset rom og i det fri. Ved forbrenning vil lufttilgangen kunne begrense hvor mye som brenner. Dersom lufttilgangen er begrensende, oppstår det en kaller underventilert brann. En underventilert brann kan ha høy temperatur, branngassene vil bestå av mindre oksygen enn i frisk luft, og de kan inneholde høy konsentrasjon av karbonmonoksid CO. Dette er en gass som hindrer normalt oksygenopptak i kroppen, og er den mest vanlige gassen som fører til dødsfall ved brann.

Underventilering, som er et stort faremoment ved brann, er imidlertid også en fordel når det gjelder å kunne slokke brann, særlig med vann. Påføring av vann, særlig med små dråper, i et rom med høy temperatur, vil føre til at vandrdåpene fordampes inne i rommet. Ved fordampning brukes mye energi, som fører til nedkjøling av gassene. Vanddampen som dannes er i tillegg en ikke-brennbar gass, hvilket reduserer brennbarheten til branngassene og øker slokkevirkningen av vannet betraktelig utover effekten knyttet til nedkjøling.

Som nevnt er tiden for innsats en vesentlig faktor når det gjelder muligheten til å begrense eller slokke en brann i en bygning. I store deler av Norge vil brannvesenet ha utrykningstid mer enn 10 minutter, og regner en inn tiden fra brannstart til varsling av brannvesenet vil det ofte kunne ta lengre tid. Vellykket slokking med berging av bygningen der brannen oppstod er derfor ikke nødvendigvis mulig, og vi finner ofte at brannvesenet har måtte konsentrere seg om å søke etter og berge folk, samt sørge for at brannen ikke sprer seg til nabobygninger.

Figur 18 og viser brann i en såkalt Trønderlån, i Sør-Trøndelag. To personer som befant seg i huset reddet seg ut. Brannvesenet kom til stede ca. en halv time etter at brannen var varslet, og etter kort tid meldte brannvesenet at de ikke klarte å berge huset, og at de måtte konsentrere seg om å hindre spredning til nabobygningene. På bildet ser en minst tre strålerør som påfører vann mot huset utvendig, uten at dette kunne berge huset. Dette er et eksempel på at slokketeknikken med påføring av vann mot et hus utenfra vil være til liten nytte når huset er overtent og brannen sprer seg innvendig.

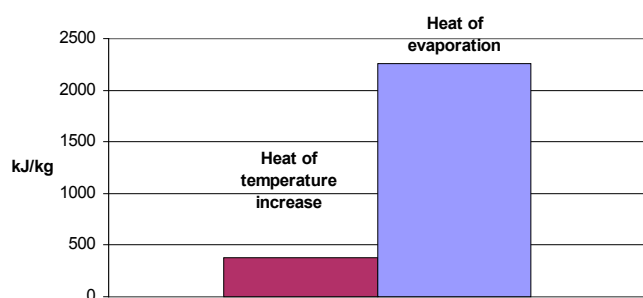


Figur 18: Brann i bolighus i Sør-Trøndelag. Foto: Dan Ågren, Adresseavisen.

3.1.1. Kjøling med vann – hvor mye vann trengs?

Teoretisk vil vann som påføres en brann kunne kjøle tilsvarende en energimengde på 378 kJ/kg ved oppvarming fra 10°C til kokepunktet på 100°C. Dersom alt påført vann fordampes, vil dette tilsvare en nedkjøling på 2256 kJ/kg, tilsvarende fordampningsvarmen for vann ved 100 °C. Den samlede nedkjølingen dersom alt vann fordampes, tilsvarer 2634 kJ/kg. En vannpåføring på 20 l/s, tilsvarende pre-akseptert ytelse for småhus-

bebyggelse i Norge, vil således gi en maksimal kjøleeffekt på 52,7 MW. Ved en vannpåføring på 50 l/s vil maksimal kjøleeffekt være 131,8 MW. Figur 3 illustrerer at vannets evne til å kjøle brannatmosfæren seks-dobles dersom vannet fordampes, sammenlignet med kjøleeffekten knyttet til oppvarmingen av vannet til kokepunktet. Dette er et viktig aspekt i forhold til valg av strategi for brannbekjempelsen og bruk av slokketeknikk.



Figur 19: Varmebehov ved oppvarming av vann fra 10 til 90 °C (rød), og fordampningsvarmen for vann ved 100 °C (blå).

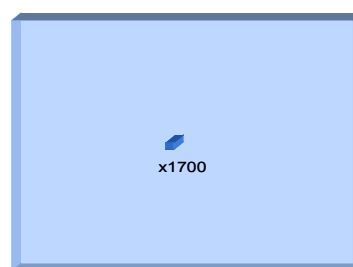
Det er lite kjent hvilken varmemengde som utvikles i ulike typer branner, men det er ikke nødvendigvis slik at en trenger å ta ut all varmeutviklingen i en brann momentant. En slokkeprosess vil som regel kunne foregå gradvis, ved at en slokker rom for rom, eller begrenser brannutviklingen i en del av en bygning eller i et volum begrenset av en branncelle. Dette vil i gunstige tilfeller føre til en reduksjon i total varmeavgivelse, og over tid vil dette medføre at brannen slokkes.

3.1.2. Viktigheten av slokkestrategi

De ulike fasene i en brann under utvikling påvirker hvilke slokketeknikker som er mulige å benytte, og således strategien for slokkeinnsatsen. Ved tidlig innsats, for eksempel innen 5 – 10 minutter etter brannstart, vil det innenfor en branncelle være praktisk mulig å slokke eller begrense brannen ved vannpåføring inne i rommet. Hvorvidt brannvesenet lykkes med dette, vil imidlertid i stor grad avhenge av benyttet slokkestrategi.

I en tidlig fase vil en brann kunne være relativt avgrenset, f.eks. til et enkelt rom eller en branncelle. I denne fasen vil det i mange tilfeller være en begrensning i lufttilførselen til brannen, slik at forholdene gradvis forverres når det gjelder opphold og overlevelse for folk. Imidlertid blir forholdene som tidligere nevnt mer og mer gunstige med tanke på å slokke brannen ved bruk

av vann. Kombinasjon av senket oksygenkonsentrasjon, økt konsentrasjon av CO₂, og økt temperatur gir gunstige forhold for at vann kan være et effektivt slokkemiddel. Den høye temperaturen vil føre til at vann som tilføres i branncellen i større grad vil fordampe. Dette forutsetter at lufttilførselen til brannen begrenses. Da vil konsentrasjonen av inert vanndamp inne i brannrommet øke. Figur 4 illustrerer fortrenkningseffekten ved påføring av vann som fordampes. Dersom konsentrasjonen av vanndamp når ca 30%, vil dette kunne medføre at atmosfæren blir inert, hvilket betyr at brannen slokker på tross av at temperaturen fortsatt kan være høy. I praksis vil konsentrasjon av forbrenningsprodukter og den reduserte konsentrasjonen av oksygen minske behovet for vanndamp til langt mindre enn 30% for å oppnå effektiv slokkeeffekt.



Figur 20: Utvidelse av vann ved fordampning. En liter vann tilsvarer 1700 liter vanndamp.

I læreboken Brannfysikk [13], som blir benyttet ved Norges Brannskole, beskrives ulike slokkestrategier. Det skilles mellom direkte slokking, indirekte slokking og offensiv slokking.

«Direkte slokking kalles det når vannet sprutes direkte på overflatene som brenner/gløder. Indirekte slokking kalles det når vannet sprutes på overflater og fortsetter å fordampe derfra. Offensiv slokking kalles det når vannet sprutes direkte inn i flammer/branngasser. Offensiv slokking er den mest effektive metoden, fordi vannet fordampes raskest inne i flammer/branngasser.»

Diskusjonen tidligere i avsnittet illustrerer at for å oppnå både effektiv kjøleeffekt og samtidig gjøre atmosfæren mindre brannfarlig, vil dette forutsette en offensiv slokketaktikk med «innvendig» vannpåføring. I tillegg må det benyttes slokketeknikker som gir tilstrekkelig liten dråpestørrelse slik at mesteparten av vannet fordampes. Dette er i tråd med de generelle anbefalinger som gis ved Norges Brannskole.

3.2. Brannvesenets behov for slokkevann

Brannvesenet vil, avhengig av hvilken fase en brann er i når en kommer fram til et brannsted, møte ulike utfordringer. Brannvesenet vil uansett ha som første-prioritet å berge liv og hindre personskade, inkludert hos egne styrker. Derne st består oppgaven i å begrense eller slokke brannen, for så å hindre denne i å spre seg til omgivelsene og nabobygninger. Innsatsen skal også bestå i å beskytte miljøet mot forurensning fra brann og fra slokkeinnsats. Dette er oppgaver som til dels vil gå over i hverandre, for eksempel kan det være nødvendig å begrense eller slokke brann for å kunne gå inn i en bygning for å søke etter personer.

Sikkerhet for innsatsstyrkene

Vannbehovet for innsatsstyrkene er beskrevet i *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesenet*, og er videre utdypet i *Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking*. (P.S: Veilederen er ikke datert). Veiledningen deler inn branner i tre stadier: Røykutvikling, brann i objekt og fullt utviklet brann. Branner i små objekter kan være oversiktlig, mens det kan være meget krevende å vurdere innsatsen i branner i store objekter. Det siteres fra veiledningens kap 7:

Brannutvikling, -omfang og slokkevann

Branner som ikke har utviklet seg til å være fullt utviklede rombranner («overtente rom») slokkes erfaringsmessig raskt. Fullt utviklede rombranner slokkes effektivt og ofte raskt når romvolum, brannbelastning og slagkraften i innsatsen står i rimelig forhold til hverandre.

Ved bruk av vann som slokkemiddel, må angrepsslange og sikringsslange forsynes med tilstrekkelig vannmengde og trykk. 2000 liter regnes som tilstrekkelig vannkilde for at en kortvarig førsteinnsats kan iverksettes. Utlegg fra større vannkilde som tankvogn, vannledningsnett, eller åpen kilde, bør snarest etableres når brannfaren er stor.

Med slagkraft menes:

Et røykdykkerlag fører med seg en angrepsslange/ett strålerør. Laget sikres med egen sikringsslange. Vannforsyning fra ett strålerør må som et minimum raskt kunne økes til 200 - 300 l/min (3,3 - 5 l/s).

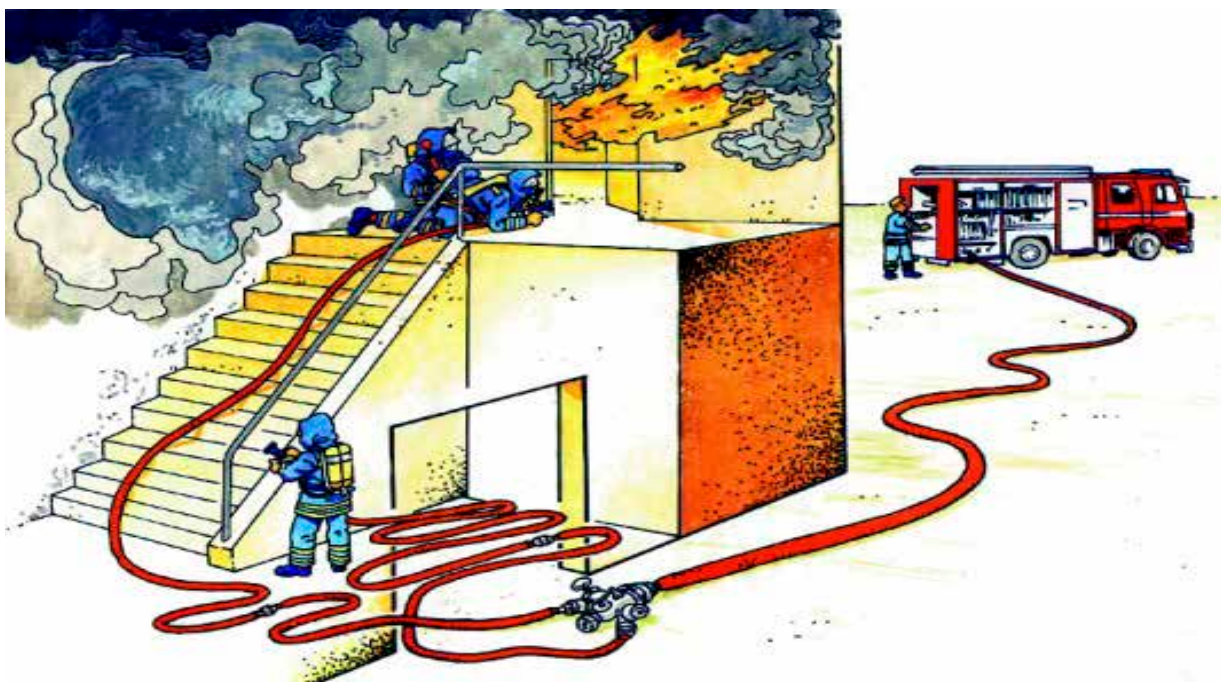
Et strålerør som gir store mengder vann, det vil si 1000 l/min (16,7 l/s) eller mer øker sikkerheten ved enhver innsats. Store vannmengder kan settes inn umiddelbart for å sikre røykdykkere ved lange innsatsveger eller der hvor overtenning kan bli så kraftig, at vanlig normalut-

legg ikke strekker til. Et slikt særskilt strålerør må ha egen vannforsyning for ikke å forstyrre røykdykkernes vannforsyning.

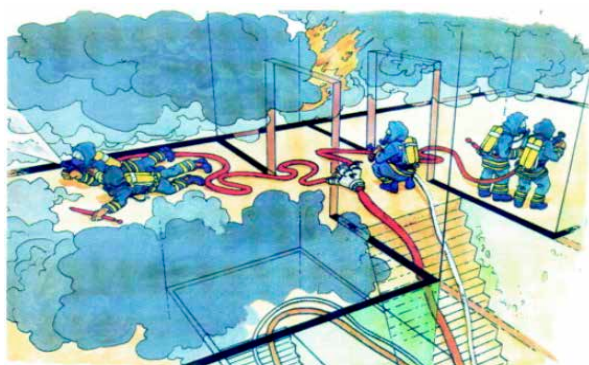
Veiledningen beskriver røykdykkerinnsatser med inntil to par røykdykkere i innsats. Samtidig innsats med flere røykdykkerpar enn to, omfatter bare de største brannvesenene, og innsats med slike ressurser må planlegges med egne operasjonelle rutiner basert på innsatsens mulige samlede ressurser. Rutiner for slike innsatser må kunne dokumenteres skriftlig.

Utrykningsleder skal alltid gjennomføre en risikovurdering før røykdykking iverksettes. Alle røykdykkere har i tillegg ansvar for å vurdere risiko ved innsats fortløpende. Risiko ved all innsats skal alltid vurderes i forhold til forventet utbytte av innsatsen.

Veiledningen beskriver videre røykdykkerinnsats med ett eller to røykdykkerlag (hhv nivå 1 og 2). Som minimum vannforsyning per slange anbefales 200 - 300 liter per min. Ettersom et røykdykkerlag skal utstyres med angrepsslange og sikringsslange, betyr det at laget har et vannbehov på inntil 10 liter per sekund. Røykdykkerinnsats på nivå 2 med to røykdykkerlag har således et vannbehov på 20 l/s. Dette antas å være bakgrunnen for at pre-akseptert ytelse for vannforsyning i småhusbebyggelse er satt til 20 l/s. Videre sier veiledningen at 2000 liter er regnet som tilstrekkelig for å utføre en kortvarig førsteinnsats. Dersom vannforbruket under denne innsatsen er 10 l/s, tilsvarende en angrepsslange og en sikringsslange, vil varigheten på innsatsen være 3 minutter og 20 sekunder. Det beskrives også at et strålerør som gir 16,7 l/s øker sikkerheten ved enhver innsats. Et slikt strålerør må ha egen forsyning for ikke å forstyrre vannforsyningen til røykdykkerlagene. I småhusbebyggelse der pre-akseptert ytelse for brannvesenets slokkevannsbehov er 20 l/s, vil man ikke nødvendigvis kunne benytte et slikt sikringsrør samtidig med annen røykdykkerinnsats med mindre man har tilgjengelig to uavhengige vannkilder.



Figur 21: Røykdykkerinnsats nivå 1.
Kilde: DSB.no



Figur 22: Røykdykkerinnsats nivå 2.
Kilde: DSB.no

Vannbehov for brannbekjempelse og hindring av spredning

Vannbehovet for slokking av brann er styrt av to viktige parametere, henholdsvis innsatstidspunkt og slokketaktikk. Dersom brannvesenet ankommer brannstedet i en tidlig fase, vil en rask innsats kombinert med effektiv slokketeknikk kunne begrense en brann til startbranncellen. I tilfeller der brannobjektet har nådd full overtenning, vil brannvesenet i hovedsak måtte konsentrere seg om å begrense spredning til nabobygninger. Eksempelvis vil kjølebehovet for å slokke brannen i en fullt overtent

enebolig kreve vannmengder som på langt nær kan skaffes til veie gjennom vannforsyningssystemet.

I de tilfeller der brannvesenet ankommer brannobjektet tidsnok til å ha mulighet til å bekjempe brannen før bygningen overtennes, vil suksessraten ofte være avhengig av slokketeknikk og hvorvidt egnet slokkeutstyr benyttes. Eksempelvis vil innvendig slokketeknikk med bruk av skjærslokker eller slokkespyd kunne være avgjørende for hurtig og effektiv brannbekjempelse. Vannbehovet ved denne type slokketeknikker er også langt lavere enn ved bruk av ordinære strålerør, samtidig som innvendig brannbekjempelse vil være langt mer effektivt enn utvendig påføring av vann dersom brannvesenet skal lykkes med å berge verdier i brannobjektet. Ulike slokketeknikker og tilhørende vannbehov er videre diskutert i kapittel 3.3.

I Tabell 3 har en gjengitt beskrivelse av slokkevannsbehov hentet fra ROS-analyse for Bardu kommune. Denne er for øvrig nærmere diskutert i rapporten *Slokkevannsmengder* fra SINTEF NBL AS (nå SP Fire Research AS) [12]. Denne ROS-analysen angir behovet for slokkevann, hvilket gir indikasjoner på at det er brannvesenets behov for et visst antall strålerør som gir opphav til vannmengdekravet i Norge. Utgangspunktet er her 4 stk. stråler fra 38 mm slange á 250 l/min for overtent enebolig med spredningsfare, hvilket i hovedsak er i samsvar med vannbehovet for 2 stk. røykdykkerlag som beskrevet i

Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesenet. Eneste forskjell er at Bardu i sin ROS-analyse vurderer at 16,7 l/s vil være tilstrekkelig slokkevannsmengde.

For større branner innenfor forskriftsmessig brannseksjon/bygning angis et vannbehov i størrelsesorden 41-58 l/s, hvilket er noenlunde i samsvar med preakseptert ytelse på 50 l/s for «annen bebyggelse». I motsetning til vannbehovet for slokking i småhusbebyggelse (20 l/s), som i hovedsak synes å være gitt med bakgrunn i behovet til røykdykkerinnsats, så antas det at kravet til slokkevann i «annen bebyggelse» (50 l/s) i hovedsak er basert på behovet for vann til brannbekjempelse og hindring av brannspredning. ROS-analysen utført av Bardu gir en indikasjon på hvilke innsatsfaktorer, i form av type og antall slangeutlegg, som er lagt til grunn for anslaget av nødvendig slokkevannsmengde ved større branner.

Slokkevannmengde i henhold til Bardu kommune sin ROS-analyse, [12]:

- Overtent enebolig i område med spredningsfare: 1000 l/min, tilsvarer 4 stk stråler fra 38 mm slange á 250 l/min
- «Større» brann innenfor forskriftsmessig brannseksjon / bygning: 2500-3500 l/min, tilsvarer 10-12 stråler fra 38 mm slanger á 250 l/min eller 6 stråler fra 65 mm slanger á ca. 450-500 l/min evt. vannkanon med ca. 1000-1500 l/min pluss 1-3 stråler fra 65 mm slanger og 4 stråler fra 38 mm slanger.
- De «aller største brannene»:
- Til kjøling av fasader på omkringliggende bygninger: 800-1000 l/min

- Innvendig «avskjæring» av brannen, og kjøling av fasader på omkringliggende bygninger: 2000-3000 l/min
- Direkte slokkeinnsats: 3000-9000 l/min. Slike vannmengder (9000 l/min) finner man sjelden på vannledningsnettet.

Læreboken *Brannfysikk – fra teori til praksis*, utgitt av Norges Brannskole [13], angir til sammenligning et vannbehov ved overtenning og optimal slokking på mellom 0,5-1,5 l/min per m2 gulvflate. Det blir poengtert at dette er under ideelle betingelser og at andre betingelser kan medføre økt vannbehov. For en brann i et hus med 200 m2 grunnflate vil nødvendig vannmengde i dette tilfellet være 1,6 – 5 l/s, hvilket indikerer at selve brannbekjempelsen i småhusbebyggelse egentlig vil ha et vannbehov som er vesentlig lavere enn 20 l/s.



Figur: 23: På Norges brannskole gis undervisning i moderne slokketeknikker.

3.3. Slokketeknikker

Det finnes flere slokketeknikker som både kan utnytte vannets kjøleevne og oppnå fordampning som fortrenger brennbare branngasser, men det er store variasjoner i bruken av disse i de ulike brannvesen.

3.3.1. Vanntåke – portable metoder

Slokkespyd og slokkespiker

Med slokkespyd eller slokkespiker kan vann føres inn i den brennende bygningen, særlig der det er vanskelig å komme til med vanlige slangemunnstykker. Dette kan være effektivt for å stanse eller hindre brannspredning i hulrom i bygningen, inklusiv på loft, og i andre områder

hvor brannvesenet har vansker med å komme til. Slike slokkespyd eller slokkespiker er spesielt egnet dersom det brenner inne i hus og det ikke har blitt tilført ekstra luft ved at vinduer har sprukket eller at dører er åpne. Ved å tilføre vann som fordampner inne i den delvis lukkede bygningskroppen, fortrenkes branngassene og brannen kan begrenses eller slokkes i løpet av kort tid. Største fordelen med slokkespyd er at det er lett utstyr med lite vannbehov som er enkelt å bruke. Slokkespyd kan medbringes i en pickup med liten vanntank, slås inn gjennom vegg eller dør og dermed kan slokkearbeidet startes mens mannskapene legger ut slanger for innsats med røykdykkere.

Eksempel på slokkespyd er vist i Figur 19.



Figur 24: Slokkespyd, med vanntåkedyse på spissen.

Skjærslokker

Den såkalte skjærslokken, med et munnstykke som med skjærer seg gjennom materialer som stål, betong og andre bygningsmaterialer, og deretter tilfører vanntåke gjennom åpningen som er skåret ut, har blitt anskaffet av flere brannvesen. Skjæringen foregår ved at et slipemiddel tilføres en vannstråle under høyt trykk. Etter at hullet er skåret ut stoppes tilførselen av slipemiddel, og reint vann fortsetter å strømme ut av spissen på enheten.



Figur 25: Skjærslokken er en integrert Hydroabrasiv skjæreenhet som etter å ha skåret hull i veggen tilfører vanntåke inne i bygningen.



Figur 26: Bruk av skjærslokker. Man kan stå utenfor bygningen og slokke brann på innsiden uten å tilføre brannen luft.

3.3.2. Skum

For å kunne benytte skum som slokkemiddel er en avhengig av medbragt skumkonsentrat som tilsettes slokkevannet ved egen doseringsenhet, som regel koplet til brannbilens pumpeanlegg. Skummet ekspanderer og danner et lag av luft omsluttet av vannfilm, noe som er mer stabilt enn vann i flytende form. Skummet kan forsegle overflaten på det som brenner og hindre oksygentilførsel til brannsonen, samt redusere strålingen fra flammen til overflatene som er dekket av skummet. Skum kan være et meget godt middel til å bekjempe væskebranner, slik som væskedammer av brennbare stoffer. Skum kan også gi en beskyttelse av vertikale flater på grunn av vedhengskrefter. Skum til slokking klassifiseres etter ekspansjonsgrad. Tungtskum ekspandere bare noen få prosent, mens lettskum kan fylle store deler av et rom. Mellomskum er som navnet sier noe mellom tungtskum og lettskum.

Siden skum benyttes til bekjempelse av brann i brennbare væsker er det ofte benyttet på industriområder og på flyplasser. Dersom et brannvesen har skumpåføringsutstyr i brannbilene kan det være tilfeller hvor dette kan benyttes også til å bekjempe andre typer branner. Ved storbrannen i Lærdal i 2014, hvor brannvesenet fra flyplassen i nærheten tok del i slokkingen, ble det hevdet at skummet som i utgangspunktet var beregnet på brann i flydrivstoff, også hadde en virkning som var bedre enn bare vann på overflater som skulle beskyttes mot brannspredning [14]. Denne effekten er ikke etterprøvd eller nærmere dokumentert.

Noen brannvesen benytter også spesielt skumsystem, såkalt Compressed Air Foam (CAF) til innsats. Dette skummet har en relativt lav ekspansjonsgrad, og strømmer lett inne i slangene, mens kastelengden fremdeles er god etter utløpet. Dette systemet er spesielt utviklet for bruk av utrykningsstyrker, og har den fordel at utstyret er integrert i brannbilene, og at en benytter tynnere slanger enn normalutlegg.

Det er fortsatt usikkerhet til eventuelle negative effekter knyttet til helse- og miljø ved bruk av skum. Dette må en være klar over, slik at rutiner og prosedyrer for bruken av skummet ivaretar krav til HMS, samtidig som brannvesenet er bevisst på eventuelle negative helse- og miljøegenskaper ved valg av type skum.



Figur 27: Slokking med skum er ofte mer effektivt enn slokking med bare vann.

3.3.3. Brannengel

Brannengel (engelsk: fire retardant gel) ble først brukt i USA rundt 1960 for bekjempelse av skogbranner. En liten mengde pulver av ulike typer tilsettes til vann, og gjør blandingen tykflytende og geleaktig. Forsøk gjort i laboratorier har vist at brannengel er flere ganger mer effektivt å bruke enn bare vann når det gjelder å hindre antennelse og brannspredning. Pulveret som brukes for å danne gelen er som oftest forskjellige polymerer eller leirepartikler. Flere av disse er vist å ikke ha noen negativ innvirkning på miljøet, og det er vist at minimalt med vann trengs for å hindre antennelse over lengre tid. Ettersom gelen blir utsatt for varme, vil vannet fordampe fra gelen, men med kortvarige vannstøt mot den beskyttede flaten, vil gelen bli forsterket. Brannengel brukes i USA for bekjempelse av skogbranner, men det antas at den har en god effekt også i tett trehusbebyggelse når det er et ønske om å forhindre brannspredning til nabohus. Det er nødvendig med mer forskning på effekten ved bruken av brannengel, og også å sammenlikne effekten av gel med effekten av ulike typer skum.

3.3.4. Tørrørs vanntåkesystem

Et spesielt system for slokking eller begrensning av brannspredning er utviklet og installert i en større trehusbebyggelse på Røros. Her er det lagt opp rør med vanntåkedyser inn på loft, i hulrom og mellomrom mellom hus og i bakgårder. Utvendig rørføring på bygning er vist i Figur 28. Rørene står uten vann og skal tilkoples fra gaten til pumpe på brannbil eller tankbil. Røros brannvesen benytter her en tankbil med tank på 6000 liter og skal tjene som en sikring rundt bygningen som det oppstår brann i. Brannvesenet har direkte varsling med smeltetråder over vinduer, og hele byen er overvåket med varmemfølsomt kamera fra kirketårnet. Brannvesenet skal ved varslet brann utføre vanlig redning og slokkeinnsats inne i bygningene, mens overtennings- eller spredningsbeskyttelsen skal hindre

spredning mens denne innsatsen pågår. Utrykningstiden fra alarm til brannvesenet er på stedet er anslått til maksimalt 10 minutter.



Figur 28: Utvendig rørføring på bygning.

Vanntåkesystemet på Røros har blitt testet i kulde ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) for å finne ut om frysing i kalde rør kunne forekomme ved vinterforhold. Resultatene av frosttestene ble at brannvesenets tankbil står med forvarmet vann opp til $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ på vinteren. Selve vanntåkesystemet var kvalifisert gjennom standardiserte tester til bruk i publikumsområder og lugarer på skip.

I forbindelse med en øvelse hos Melhus brannvesen ble det i samarbeid med SP Fire Research AS utført et forsøk med tanke på å kvalifisere vanntåke som overtenningsbeskyttelse (Vedlegg C). Huset som er vist på bildet i Figur 29 ble her stilt til disposisjon for å øve slokketaktikk, og på loftet som hadde et gulvareal på 40 m^2 ble det installert fire spraydyser som produserte vanntåke. Dysene ble forsynt med vann fra brannbilens pumpe ved 9 bar trykk. Vannpåføringen var 2 liter/minutt pr dyse, noe som gav $0,2\text{ liter/m}^2\text{ min}$. Forsøket viste at vanntåke i dette tilfellet hadde god effekt i forhold til å beskytte mot overtenning i delvis lukket rom, der brannen under forsøket hadde mulighet til å spre seg gjennom en relativt stor åpning mellom 2. etasje og loft. Testen er nærmere beskrevet i Vedlegg C. For å utrede nærmere nytteverdi ved bruk av mobile vanntåkeanlegg, og vanntåkeanlegg til overtenningsbeskyttelse, er det behov for mer forskning på området.



Figur 29: Test av vanntåke som overtenningsbeskyttelse på loft, utført av SP Fire Research (Vedlegg C). Loftet ble beskyttet med totalt 8 l/min (0,13 l/s) og hindret spredning av brann fra 2. etasje.

3.3.5. Vannbehov ved ulike slokketeknikker

Ved å benytte alternative slokkemetoder viser erfaringer at det vil være fullt mulig å slokke både mer effektivt og med lavere vannforbruk enn ved bruk av tradisjonell slokketeknikk med påføring av store mengder vann fra distanse. Tabell 4 gir en oversikt over det antatte vannforbruket ved ulike slokkemetoder. Det er imidlertid ikke dokumentert ved uavhengige vitenskapelige metoder at behovene som er angitt kan oppnås i praksis. Dette innebærer at det er behov for slike undersøkelser før en kan ta ut gevinsten i form av redusert slokkevann. Behovet for dokumentasjon påpekes også i rapporten Slokkevannsmengder [12]:

Ved å benytte alternative slokkemetoder, både med tanke på manuell slokking og automatiske brannbekjempelsesinstallasjoner, kan man redusere vannbehovet ved brannslukking. Effekten er imidlertid ikke tilfredsstillende kvantifisert når det gjelder manuelle slokkemetoder, og bør dermed studeres nærmere. Dette bør inkludere kartlegging av allerede gjennomførte studier utført av blant annet brannvesen rundt om i landet.

Tabell 3: Antatte slokkevannsmengder for ulike mobile slokkemetoder.

Mobilt slokkeutstyr	Typisk vannforbruk		Kommentar
	l/min	l/s	
Et strålerør	300	5	-
4 strålerør	1200	20	Tilsvarer to røykdykkerlag
Skjærslokkeren		0,5 - 1	Ikke oppgitt hvor stort areal som kan slokkes

Tabell 4: Antatte slokkevannsmengder for ulike stasjonære slokkemetoder.

Stasjonært slokkeutstyr	Typisk vannforbruk		Referanse
	l / (m ² min)	200 m ² bygning, [l/s]	
Sprinkler vanlig fareklasse	5	16,7	Standard NS-EN 12845, fast anlegg
Boligsprinkler	2	6,7	Standard INSTA 900, fast anlegg
Vanntåke vanlig fareklasse	1-2	3,3 - 6,7	Antatt fra enkeltstående eksperimenter, fast anlegg
Vanntåke overtenningsbeskyttelse	0,2	0,7	Enkeltstående test Melhus, (SPFR), fast anlegg med tilkopling for brannvesenet

3.3.6. Oppsummering vedrørende slokketeknikk

- Branncelleinndeling, eventuelt bare et rom, begrenser brannutviklingen i en gitt tid.
- Ved overtenning i en branncelle er det mulig å slokke brann med vannpåføring innenfra. Slokketeknikker som gir tilstrekkelig liten dråpestørrelse til at vannet som påføres fordampes, vil være mest effektiv i forhold til å slokke brannen, samtidig som dette vil innebære vesentlig redusert vannforbruk.
- Tid fra innsatsstyrken er alarmert til den er i arbeid på skadestedet (innsatstiden) er avgjørende for slokkesuksess. Vannpåføring kan snu brannutviklingen dersom brannvesenet starter sin slokkeinnsats tidlig.
- Dersom brann har spredt seg til loft og i hulrom og mellomrom inne i bygningen, er det vanskelig å slokke med vannpåføring utenfra
- Ved fullt utviklet brann (overtenning) i f.eks. en enebolig er det liten mulighet for å slokke denne brannen med vannpåføring utenfra. Resultatet vil i alle tilfeller være total skade på grunn av røyk og vann i tillegg til selve brannskaden.

3.4. Vurdering av slokkevannsbehov

Teori, praksis og regelverk gir ikke noen entydige svar på hva som er reelt slokkevannsbehov.

3.4.1. Regelverk og slokkevannsbehov i Sverige

Fra en tidligere undersøkelse av behov for slokkevann har SP Fire Research AS [12] vist til svenske anbefalinger som her er gjengitt i Tabell 5. Ulike veiledninger opererer med forskjellige benevnelser for vannmengder, og det er lett å skape forvirring når samme begrep blir oppgitt

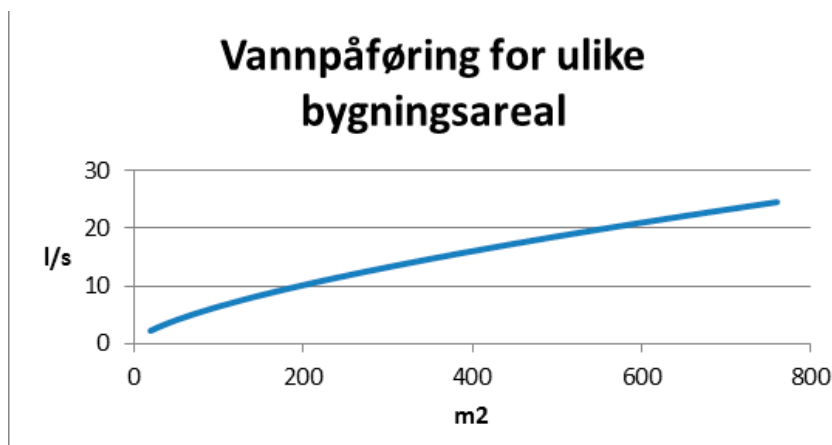
som henholdsvis l/s og l/min. I tabellen er det for oversikts skyld lagt til vannmengde som l/s i parentes.

Tabell 5: Svenska vatten- og avloppsförening anbefaler (VAV, P 38) følgende vannmengder når brann skal slokkes ved bruk av brannpost.

Boligområder eller andre sammenlignbare områder med servicebygg	Brannvann [l/min]/([l/s])
Eneboliger, rekkehus, flermannsbolig (<4 etasjer)	600 (10)
Andre typer boligområder	1200 (40)
Industriområder og brannsikkerhetsmessig liknende områder	
Brannsikre bygninger uten lagring av brennbart materiale	600 (10)
Brannsikre bygninger uten betydelig lagring av brennbart materiale	1200 (20)
Høy brannbelastning, for eksempel snekkerverksted, trelasthandel	2400 (40)
Eksepsjonell brannbelastning, f. eks. virksomheter som håndterer olje.	>2400 (>40)

Rapporten refererer også til en undersøkelse gjort i 1981, som angir at slokketeknikken i Sverige medfører vannbehov i henhold til følgende formel: $W=0,30 A^{0,664}$ der W tilsvarer vannmengde som l/s, og A er brannareal i m². Vannbehovet er vist som

funksjon av bygningsareal i Figur 30. I henhold til formelen vil vannbehovet for å slokke en brann hvor brannarealet er 200 m² være 600 l/min, tilsvarende 10 l/s [12].



Figur 30: Sammenheng mellom slokkevannsbehov og bygningsareal, som beskrevet ved formel i avsnittet over [12].

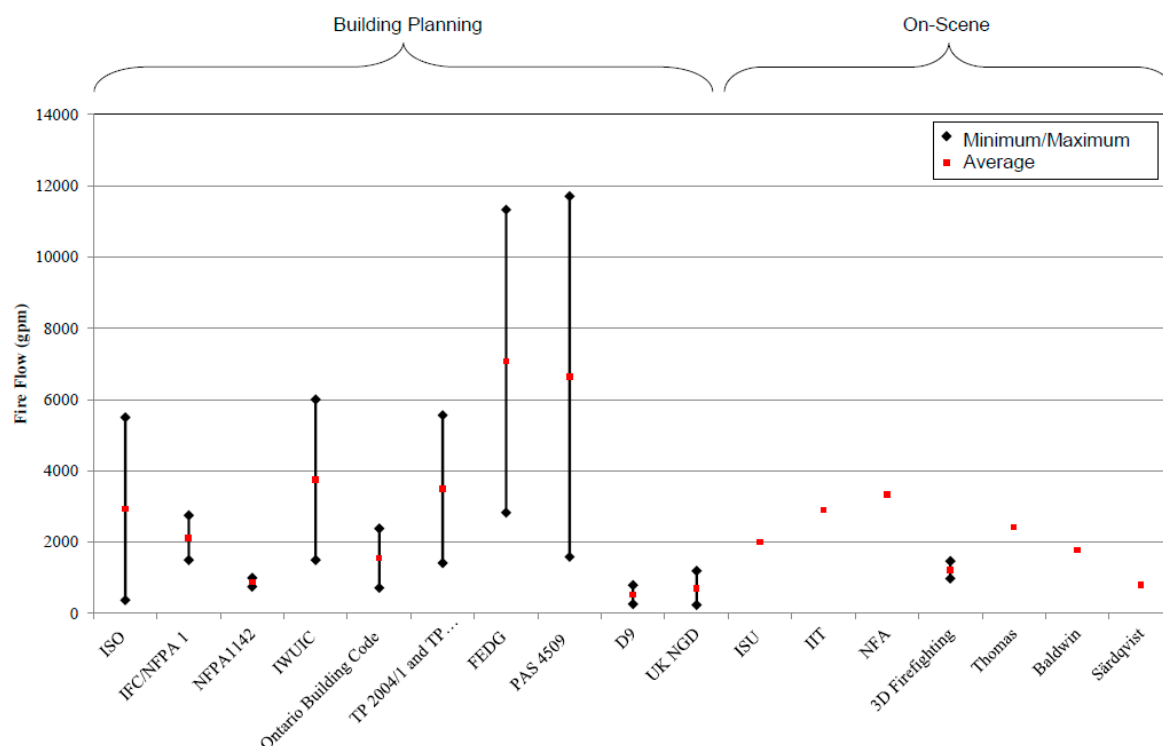
I den svenske rapporten *Räddningstjänstens försörjning med släckvatten*, som refererer til Svenska vatten- och avloppsföreningen, er tilsvarende anbefalinger henholdsvis 600 l/min (10 l/s) for småhusbebyggelse og 1200 l/min (20 l/s) for andre typer boligområder.

For industriområder er anbefalingene fra den svenske rapporten fra 600 l/min i brannsikre bygninger uten lagring av brennbart materiale til 2400 l/min (40 l/s) i bygg med høy brannbelastning. For virksomheter med spesielt høy brannbelastning anbefales det over 2400 l/min.

3.4.2. Beregningsmetoder for brannvannsbehov

I en omfattende studie utført av Huges Associates i USA, på bestilling av The Fire Protection Research Foundation, gjennomgås en rekke metoder for å beregne nødvendige vannføring for både sprinklet og ikke-sprinklet bygning [17]. Studien oppsummerer eksisterende metoder både internasjonalt og i USA, og det utføres en GAP-analyse (analyse av manglende informasjon) for å

avgjøre hva som trengs av tilleggsm informasjon for å validere de eksisterende metodene. Alt i alt 19 metoder ble undersøkt, og de har opprinnelse i USA, Storbritannia, Frankrike, Tyskland, Nederland, New Zealand og Canada. Det skilles mellom to typer metoder, de som benyttes til bygningsplanlegging (Building Planning) og de som benyttes av brannvesenet på brannstedet (On-Scene). Figur 10 viser at det er stor spredning i resultatet fra de ulike modellene.



Figur 31: Beregnet brannvannsbehov basert på ulike teoretiske modeller som benyttes i ulike land [17].

Hovedinntrykket er at de ulike metodene gir en stor spredning i resultater. Forfatterne av rapporten skriver: Både metoder til bruk ved bygningsplanlegging og metoder som brukes på stedet, gir et stort variasjonsområde for mulige vannbehov, både for et utvalg av boliger, og for bygninger til annen bruk. Disse variasjonene er også identifisert av andre forfattere, og indikerer et behov for mer felldata for å validere metodene.

Det påpekes også at bygninger utenfor tettbygde områder ikke er med i bakgrunns materialet for en del av metodene, og at brannvesenets innsatstid er av vesentlig betydning for behovet for vann til slokking. Det påpekes også at de fleste metodene bygger på eldre undersøkelser, og det har foregått en utvikling både i bygningsdesign, materialbruk og innen slokkes teknisk utrustning som vil gi utslag for vannbehov. Studiet gir derfor ikke grunnlag for å si noe om hvorvidt de norske kravene til brannvann bør endres basert på beregningsmetoder som er i bruk i utlandet.

3.4.3. Vurdering av faktisk slokkevannsbehov ut fra eksperimenter

På tross av at brannvesen verden over til daglig praktiserer ulike slokketaktikker, finnes det få eksempler på kontrollerte eksperimenter som er referert i litteraturen. I 2009 publiserte National Institute of Standards and Technology (NIST) i USA resultater fra eksperimenter som omhandler taktikk for brannbekjempelse[18]. Studien tok for seg hva som kan møte en røykdykker inne i et hus hvor det brenner i en leilighet, og hvor brannen sprer seg gjennom flere rom og til korridorer. Eksperimentene gikk ut på å finne effekten av ventilasjon med brannkontrollsvifter som blåste på tvers av vinduet, for å begrense den branninduserte trekken inn i bygningen. I tre eksperimenter undersøkte NIST virkningen av vannstråler inn gjennom et vindu. Situasjonene skulle likne på hva som er tilstanden etter overtenning inne i brannrommet, og at brannen trekker forbrenningsluft fra et ødelagt vindu. Brannen inn i rommet før vinduet ble åpnet, tilsvarte en varmeeffekt på 1 MW, men bare 30 s etter vindusåpning økte brannutviklingen til i størrelsesorden 15-20 MW. Temperaturen i korridoren utenfor en åpen dør fra brannrommet ble målt til 600 °C i en høyde 1,5 m fra taket. Den målte varmestråling var mer enn 70 kW/m², noe som er langt over tålegrensen til en røykdykker.

Vann ble påført på tre måter, (1) en tåkestråle på tvers av vindusåpningen, (2) en tåkestråle inn gjennom vinduet, og (3) en samlet vannstråle inn gjennom vinduet. Ifølge rapporten reduserte tåkestrålen temperaturen med ca 20% og varmefluksen med minst 30%. Den samlede strålen reduserte temperaturen og varmestrålingen med ca 40% innen en tidsperiode på 60 s etter påføring.

Vannføringen for tåkestrålene var ca 5 l/s, mens det for samlet stråle var 10 l/s. Vannstrålene ble rettet opp mot taket i soverommet, der brannen startet. Brannen fortsatte inne i stuen og spredte varme gasser inn i korridoren. Fremdeles var tilstanden i korridoren, som potensielt var røykdykkerens angrepsvei, over tålegrensen.

Denne undersøkelsen gir noen indikasjoner på at det er liten mulighet til å slokke branner inne i en bygning, hvor det ikke er mulig å treffe det som brenner direkte ved vannpåføring. Vannmengdene som ble benyttet kan karakteriseres som store og typisk for brannvesenets strålerør.

3.4.4. Vurderinger av lovverkets krav til slokkevannskapasitet

Kjente slokketeknikker med redusert vannforbruk er omtalt i Kapittel 3.3, og omfatter bruk av vanntåke og skum, samt slokkestrategi for påføring av vann gjennom innretninger som kan erstatte røykdykkerinnsats, ved bruk av eksempelvis slokkespyd, slokkespiker eller skjærslokker. Brannvesenet blir gjennom Norges Brannskole opplært til å bruke slokketeknikker og utstyr som innebærer at en i dag har muligheten til å slokke eller kontrollere branner med mindre vann enn ved tradisjonell slokkeinnsats med påføring av vann utenfra. Der brannvesenet har tatt i bruk alternative slokkemetoder, med mindre vannforbruk enn de tradisjonelle, bør dette på sikt kunne reflekteres i vurderingen av behovet for slokkevann. Fra rapporten *Slokkevannsmengder* [12] siteres:

Ved å benytte alternative slokkemetoder, både med tanke på manuell slokking og automatiske brannbekjempelsesanslegg, vil man redusere vannbehovet ved brannslukking. Effekten er imidlertid ikke tilfredsstillende kvantifisert når det gjelder manuelle slokkemetoder, og bør dermed studeres nærmere. Dette bør inkludere kartlegging av allerede gjennomførte studier utført av blant annet brannvesen rundt om i landet og videre arbeid bør også inkludere samarbeid med et eller flere brannvesen.

Det synes imidlertid klart at det på nåværende tidspunkt er et stykke igjen både med tanke på

- Dokumentasjon av faktisk vannbehov ved bruk av mer effektive slokketeknikker og utstyr
- I hvilken grad dette vil påvirke brannvesenets faktiske behov til ulike formål (livredding, slukking og hindre brannspredning), samt opplæring og trening for bruken av dette.

Dagens krav til slokkevannskapasitet i Norge styres i stor grad av verdiene for pre-akseptert ytelse for brannvesenets behov for slokkevann på henholdsvis 20 l/s i småhusbebyggelse og 50 l/s i annen bebyggelse, som angitt i veiledningen til *Byggteknisk forskrift* og veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*. Det tolkes dithen at det som ligger til grunn for verdiene for pre-akseptert ytelse for brannvesenets behov for slokkevann, er utlegg av et gitt antall brannslanger med en gitt vannlevering, hvilket tradisjonelt er den mest vanlige måten å bekjempe brann på. Det er også klart at veiledningene til relevante forskrifter i liten grad reflekterer at det i dag eksisterer slokketeknikker og utstyr som har lavere vannbehov sammenlignet med tradisjonell slokketeknikk. Som allerede diskutert må det imidlertid påpekes at det mangler

dokumentasjon på hvilke konsekvenser mer effektive slokketeknikker vil ha på brannvesenets behov for slokkevann i ulike faser av en brann. Dette understreker at det bør vektlegges å fremskaffe mer og bedre data som kan dokumentere faktisk behov for slokkevann ved bruk av relevante slokketeknikker for norske forhold. Når det eventuelt foreligger tilstrekkelig dokumentasjon, bør

det vurderes hvorvidt det kan være hensiktsmessig å reflektere slokkevannsbehovet knyttet til bruken av ulike slokketeknikker/utsyr i veiledningen til *Forskrift om brannforebygging*, herunder hvorvidt det bør angis pre-aksepterte ytelser for slokkevannsbehov knyttet til de mest aktuelle slokketeknikkene.



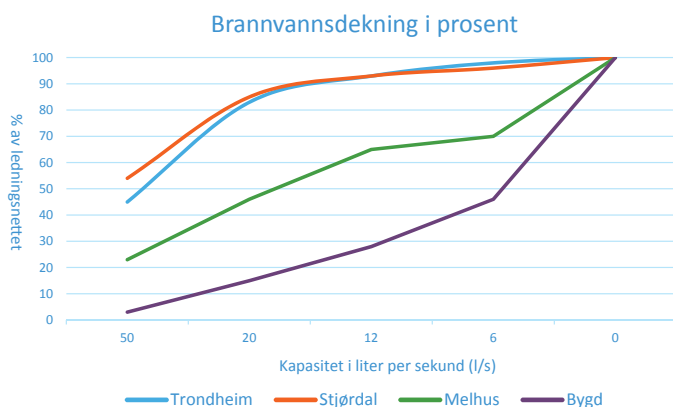
Figur 32: Vann fra sjø, innsjø eller elv kan være et godt supplement til annen slokkevannsforsyning.

4. Praksis og regelverk

4.1. Forbedringer i praksis og regelverk

4.1.1. Kapasitet i vannforsyningsnettet

DHI Norway har på oppdrag fra Norsk Vann utarbeidet en rapport som beskriver situasjonen i landets kommuner i forhold til tilgjengelig slokkevannskapasitet gjennom offentlig ledningsnett [19]. Rapporten som er gjengitt i sin helhet i Vedlegg D, viser at tilgjengelig slokkevannskapasitet i kommunalt ledningsnett mange steder ikke oppfyller de pre-aksepterte ytelsene som er angitt i veiledningen til *Byggeteknisk forskrift* og veiledning til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*. Rapporten viser også at andelen av forsyningsnett som ikke tilfredsstiller pre-aksepterte ytelser i forhold til forsyning av slokkevann, typisk vil være størst for mindre kommuner. I småbygd med noen få tusen innbyggere vil en typisk finne at kun 10-20 % av offentlig vannforsyning tilfredsstiller 20 l/s. I de største byene er dette tallet langt høyere, i størrelsesorden 80-90%. Det samlede bildet viser at store deler av ledningsnettet i et flertall av norske kommuner ikke kan tilfredsstille et slokkevannsbehov på 20 l/s. Dette innebærer at det kan stilles spørsmål ved hvorvidt brannsikkerheten i de berørte områdene er tilstrekkelig ivarettatt.



Figur 33.

Karlegging i noen representative kommuner viser at store deler av det norske vannforsyningsnettet ikke kan levere de preaksepterte verdiene på 20 og 50 liter / sekund.

4.1.2. Dagens regelverk og krav til slokkevannsmengder

Forskrift om brannforebygging § 21 angir at «kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyningen fram til tomtegrenser i tettbygde strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann». Forskriften setter her i første rekke et krav til at kommunen skal påse at brannvesenets behov for slokkevann blir dekket. Funksjonskravet knyttet til å dekke behovet for slokkevann følger av *Byggeteknisk forskrift*, § 15-9, som setter krav til at anlegg skal være dimensjonert slik at det gir tilstrekkelig mengde og tilfredsstillende trykk til å dekke vannbehovet, inklusive slokkevann. Veiledningen til *Byggeteknisk forskrift* (§ 11-17), og veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* (§5-4) beskriver pre-aksepterte ytelser for vannforsyning utendørs for ulike typer bebyggelse som tilfredsstiller funksjonskravet for tilgang til slokkevann. I samme veiledning påpekes det i tillegg at brannvesenets organisering, utstyr og innsats, er bestemmende for slokkevannsbehovet. Dette underbygger at brannvesenets tilgang på slokkevann utover det kommunale ledningsnettet skal medregnes, og vil i så fall innebære at brannvesenets utrustning, eksempelvis i form av tankvogn(er) som medbringes i førsteutrykning, samt tilgang til andre kilder for slokkevann, vil bidra til å redusere behovet for forsyning av slokkevann gjennom vannforsyningsnettet.

§5-5 i *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* fastslår imidlertid at bruk av tankbil ikke kan erstatte manglende slokkevannsforsyning i tettbebygde strøk, og viser samtidig til at kravet er hjemlet i «*forskrift om forebyggende tiltak og tilsyn*» (Her menes *Forskrift om brannforebygging*).

Tankbil vil etter forskrift om forebyggende tiltak og tilsyn ikke kunne erstatte manglende slokkevannsforsyning i tettbygde strøk. Tankbil vil bare kunne erstatte manglende vannforsyning i boligstrøk med liten spredningsfare.

En slik fortolkning av *Forskrift om brannforebygging* kan imidlertid bestrides siden hverken forskriftsteksten eller veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* eksplisitt angir at tankbil ikke kan være et supplement til slokkevannsforsyning i tettbebygde strøk med spredningsfare. Det faktum at det beskrives at det er tilstrekkelig at kommunen disponerer passende tankvogn i områder med liten spredningsfare, kan vanskelig tolkes dithen at en implisitt skal forstå at

tankbil ikke kan benyttes for å dekke deler av slokkevannsbehovet i tettbebygde strøk. Vanlig praksis i mange kommuner er imidlertid at en i tråd med *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* legger til grunn at tankbil ikke kan bidra til å dekke deler av brannvernets behov for slokkevann i tettbebygde strøk. Samtidig vet en gjennom diskusjoner med styringsgruppen og referansegruppen til prosjektet at mange kommuner benytter tankvogn som supplement til forsyning av slokkevann gjennom vannforsyningsnettene også i tettbebygde strøk. Bruk av tankvogn er da vurdert å være et mer hensiktsmessig alternativ til å erstatte manglende forsyning av slokkevann gjennom vannforsyningsnettene enn en oppgradering av eksisterende nett, eller eventuelt andre tiltak. Bruk av medbrakt vann gir vanligvis en raskere førsteinnsats, noe som er særdeles viktig både for livreddende innsats og skadebegrensning. (Se kap 3.2).

For fremtiden vil det være viktig å avklare hvilken praksis som er mest hensiktsmessig i et helhetlig samfunnsøkonomisk perspektiv der hovedformålet er å finne gode løsninger som ivaretar både krav til brannsikkerhet og samtidig forsyning av hygienisk betryggende drikkevann. Siden lovverket legger opp til at kommunen skal utføre ROS-analyse for brannberedskap, er det vanskelig å se klare argumenter for hvorfor bruk av tankbil i tettbebygde strøk ikke skal inngå i analysen. Ved å utføre en slik ROS-analyse i den enkelte kommune vil en legge til rette for å velge løsninger som er tilpasset lokale forutsetninger som ivaretar både hensyn til drikkevannskvalitet og økonomi, samtidig som brannsikkerheten ivaretas. En slik vurdering som også omfatter bruk av tankbil i tettbebygde strøk, vil i tilfelle følge opp den praksisen veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn* beskriver i forhold til at muligheter for etablering av bassenger og åpne kilder bør inngå i vurderinger som følge av krav til økonomi, drikkevannskvalitet i ledningsnettene m.m.

4.1.3. Behov for oppdatering av Veiledning til forskrift om brannforebygging

Som diskutert i Kapittel 4.1.1 er det klart at store deler av ledningsnettene i et flertall av norske kommuner ikke kan tilfredsstille et slokkevannsbehov på 20 l/s. Innenfor dagens praksis av regelverket vil det ofte være slik at en oppgradering av eksisterende vannforsyningsnett utgjør eneste reelle mulighet for å tilfredsstille kravene til slokkevann. Dette er tiltak som ofte blir uforholdsmessig kostbare, samtidig som dette ofte vil gå på bekostning av hensynet til å levere hygienisk betryggende drikkevann. Resultatet er i mange tilfeller at kommunen velger å ikke foreta seg noe. Dette antas i første rekke å skyldes regelverk som ikke i tilstrekkelig grad er klargjørende

nok i forhold til å legge til rette for gode helhetlige løsninger for brannvann som ivaretar både hensynet til brannsikkerhet og levering av hygienisk betryggende drikkevann. I tillegg er det i mange kommuner generelt lite bevissthet rundt relevante problemstillinger knyttet til ROS-analyser og brannvannsdekning.

Tilsvarende problemstillinger vil også være gjeldende for utbygging i områder uten eksisterende infrastruktur, spesielt knyttet til drikkevannskvalitet i forhold til dimensjonering for tilstrekkelig slokkevannskapasitet. Det synes derfor å være behov for å oppdatere veiledningsteksten slik at det klargjøres at manglende slokkevannskapasitet kan kompenseres ved bruk av alternative kilder til slokkevann, eller implementering av brannsikkerhetstiltak, forutsatt at det velges løsninger som totalt sett ivaretar brannsikkerheten. Hovedintensjonen med endringene er at den enkelte kommune kan stå fritt til å velge løsninger som samlet sett vurderes å være mest gunstig for kommunen og dens innbyggere. Det legges opp til at slike vurderinger skal gjøres som en del av kommunens ROS-analyse for brannberedskap, hvilket er i tråd med intensjonen i gjeldende regelverk. Utgangspunktet for ROS-analysen skal være at kommunen kartlegger tilgjengelig slokkevannskapasitet, samt behovet for slokkevann i de ulike forsyningsområdene i kommunen. Derne må en vurdere hvilke løsninger og tiltak som totalt sett vil være mest gunstig, dersom behovet for slokkevann ikke er dekket, eller eventuelt vurderes hensiktsmessig å dekke gjennom vannforsyningsnettene i forbindelse med utbygging av nye områder.

Videre bør muligheten for bruk av tankvogn til å dekke deler av slokkevannsbehovet i tettbebygde strøk fremgå av en oppdatert veiledningstekst. Problemstillinger knyttet til bruk av tankvogn er diskutert i Kapittel 4.1.4.

Det foreslås også å omtale avstand til brannkum/hydrant i veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*. Denne er i dag kun omtalt i veiledningen til *Byggteknisk forskrift*. Diskusjon rundt avstand til brannkum/hydrant er gitt i Kapittel 4.1.5.

Forslaget til ny veiledningstekst til *Forskrift om brannforebygging* beskriver også muligheten for å fravike pre-aksepterte ytelser vedrørende behovet for slokkevann. Det legges opp til at dette kan gjøres på følgende to måter:

1. Ved at den brannfaglige prosjekteringen i den enkelte byggesak kan dokumentere at bygningens bruk, plassering, utforming, størrelse, seksjonering og brannbelastning ikke gir grunnlag for å utløse krav om 50 l/s på tross av at bygningen defineres som annen bebyggelse

2. Ved at kommunen basert på gjennomføring av ROS-analyse for brannberedskap kan dokumentere, samt verifisere ved analyse, at brannvesenets organisering, utstyr og innsats vil medføre redusert vannforbruk i forhold til tradisjonell slokketeknikk, samtidig som brannsikkerheten minimum opprettholdes på tilsvarende nivå.

Førstnevnte foreslås med bakgrunn i at det, jamfør dagens praksis, i enkelte tilfeller utløses krav om 50 l/s kun med bakgrunn i at en bygning defineres som «annen bebyggelse», uten at dette nødvendigvis medfører at 20 l/s ikke er tilstrekkelig til å dekke behovet for slokkevann. Det andre unntaket som skisseres for å fravike pre-aksepterte ytelser foreslås tatt inn for å reflektere at brannvesenets strategi, organisering og utrustning er av betydning for slokkevannsbehovet. Imidlertid er det som tidligere nevnt behov for bedre dokumentasjon på i hvilken grad bruk av mer effektiv slokketeknikk vil påvirke brannvesenets behov for slokkevann. I praksis innebærer dette at det vil være vanskelig å fravike dagens pre-aksepterte ytelser før sammenhengen mellom slokketeknikk og vannbehov er kartlagt og dokumentert. Videre legges det også til grunn at det er kommunen som gjennom overordnet ROS-analyse må foreta nødvendige vurderinger hvorvidt brannvesenets utrustning og organisering innebærer at kravet til pre-akseptert ytelse kan fravikes. Vurderinger som er knyttet til brannvesenets utrustning og organisering, og hvordan dette eventuelt kan innvirke på behovet for slokkevann, kan ikke tillegges tiltakshaver i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan eller byggesak.

4.1.4. Bruk av tankbil i tettbygd område

Norske kommuner kan tilfredsstille forskriftens funksjonskrav ved å dimensjonere vannforsyningsnettet til å dekke brannvesenets slokkevannsbehov i sin helhet. Dette innebærer at vannforsyningsnettet må ha en forsyningskapasitet som tilfredsstiller kravene til pre-akseptert ytelse som er angitt henholdsvis i veiledningen til *Byggteknisk forskrift* og veiledningen til tidligere *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*. Dette kan være en hensiktsmessig måte å oppfylle forskriftens funksjonskrav, eksempelvis ved utbygging av nye områder der behovet for forsyning av drikkevann er i samme størrelsesordensom som behovet for slokkevann. I sentrum av byer og større tettsteder vil det gjerne være uproblematisk å levere 50 l/s. Imidlertid vil det i andre tilfeller, der vannforbruket er vesentlig lavere enn behovet for slokkevann, være u hensiktsmessig å dimensjonere vannforsyningsnettet i henhold til pre-aksepterte ytelser. Dette gjelder spesielt i mindre kommuner og tettsteder. I slike tilfeller bør en vurdere hvorvidt det kan være mer hensiktsmessig å dekke

brannvesenets slokkevannsbehov ved bruk av supplerende kilder, slik at hensynet til drikkevannskvalitet kan ivaretas uten at dette går på bekostning av redusert brannsikkerhet. Dette kan være naturlige vannkilder, høydebassenger eller tanker med pumpe, samt bruk av tankbil.



Figur 34: Tankbiler er en effektiv, rask og økonomisk god løsning for økt og sikrere vannforsyning til brannslukking.

Prinsipielt bør en legge til grunn at enhver teknisk løsning som er egnet til helt eller delvis å dekke brannvesenets behov for slokkevann, og således bidra til å ivareta brannsikkerheten, bør kunne benyttes. Bruk av tankbil i spredt bebyggelse er en velprøvd og akseptert metode. Under gitte forutsetninger og forhold vil bruk av tankvogn kunne fungere som en god supplerende vannkilde også i tettbygd strøk. Dette kapittelet diskuterer hvordan brannvesenets behov for slokkevann delvis kan dekkes ved bruk av tankbil, som et supplement til den ordinære vannforsyningen. Vannforsyningen fra tankbil er i utgangspunktet begrenset til kun det vannet som er medbrakt, og kilden vil således ha begrenset varighet. Dette må tas i betraktning når en vurderer hvorvidt medbrakt vann vil bidra til at brannvesenets behov for slokkevann er oppfylt. Imidlertid kan tankbil også utgjøre en kontinuerlig kilde ved at denne re-fylles fra kilder i nærheten av brannstedet, eller eventuelt at flere tankbiler går i skytteltrafikk mellom fyllingssted og brannsted.

Mange brannvesen har i dag som etablert praksis at tankvogn medbringes som førsteinnsats også i tettbygd strøk. Bakgrunnen for dette kan være at de fleste brannvesen i større eller mindre grad har spredt bebyggelse i sitt dekningsområde og derfor uansett må ha tankvogn i beredskap. Medbrakt vann vil som oftest resultere i at slokkeinnsatsen kan starte raskere. Når det er etablert vannforsyning fra vannledningsnettet, kobles denne til tankvognen. Det vil i praksis si at tankvognen

fungerer som en buffer mellom vannledningsnettet og slokkeutstyret. Derved kan en unngå støttapping fra nettet med de ulempene det medfører. (Se kap 2.4.)

Hvorvidt bruk av tankbil er egnet til å dekke hele eller deler av brannvesenets behov for slokkevann, må vurderes av den enkelte kommune som en del av ROS-analysen for brannberedskap. Dette vil blant annet avhenge av antall tankbiler som brannvesenet har til rådighet, tankbilen(es) tekniske spesifikasjoner, brannvesenets antatte slokkevannsbehov og hvor mye av dette som dekkes gjennom vannforsyningsnettet, avstand og kjøretid til påfyllingspunkt, samt øvrige lokale forhold. Avstanden til egnet forsyningspunkt for re-tanking, samt tiden det tar å re-tanke, vil variere fra område til område og må kartlegges i de ulike forsyningsområdene i kommunen. Videre må nødvendig bemanning stå i forhold til antall tankvogner som må være i beredskap. Både økt bemanning og investeringer knyttet til eventuell økning i tankvognekapasitet må legges til grunn når kommunen vurderer kostnaden ved å dekke deler av brannvesenets slokkevannskapasitet. Med bakgrunn i ROS-analysen bør kommunen utarbeide akseptkriterier som hjemles i arealplan knyttet til f.eks. kjøreavstander til påfyllingspunkt, kapasiteter ved påfyllingspunkt, krav til sikkerhetsmarginer for å sikre kontinuerlig forsyning ved skytteltrafikk, etc., der disse kriteriene må knyttes opp mot hvilken slokkevannskapasitet kommunens tankvognutrustning kan dekke.

Et annet viktig aspekt er å vurdere hvorvidt regulariteten i slokkevannsforsyning påvirkes ved at bruk av tankbil erstatter deler av slokkevannsforsyning gjennom nett. I prinsippet så vil sikkerheten økes dersom slokkeinnsatsen baseres på to eller flere uavhengige kilder. Ved bortfall av den ene kilden vil en da fortsatt ha tilgjengelig slokkekapasitet til f.eks. å utføre livreddende førsteinnsats inntil eventuelle reserveløsninger kan komme på plass for den kilden som har falt ut. Fra tid til annen inntreffer situasjoner med forstyrrelser i leveransen av vann gjennom ledningsnettet, for eksempel ved ledningsbrudd, vedlikeholdsarbeider, osv. I så tilfelle vil tankvogn kapasitet i førsteutrykning være meget verdifullt. Sikkerheten ved bruk av tankbil som supplerende vannkilde vil normalt ikke være dårligere enn sikkerheten ved vannforsyning via ledningsnettet, gitt at forsyningsområdet det er snakk har beliggenhet og veisystem som gjør bruk av tankbil velegnet. Dersom en tankbil settes ut av drift pga. tekniske problemer, vil det være en relevant vurdering hvilke konsekvenser bortfallet av denne slokkevannskapasiteten vil ha for brannvesenets oppgaver. På grunn av at vannforsyningen over nett normalt vil utgjøre hoveddelen av slokkevannsforsyningen, så vil bortfall av eventuell tankvogn-

kapasitet relativt sett være av langt mindre betydning enn tilfellet er dersom vannforsyningen over nettet blir hindret. I så måte kan tankvogn som supplerende vannkilde i gitte tilfeller bidra til å heve brannsikkerheten totalt sett. Mange kommuner har avtaler med nabokommuner om felles beredskap slik at tankvogner fra nabokommuner potensielt kan medregnes som ressurs, selvsagt med praktiske begrensninger knyttet til kjøreavstand osv.



Figur 35: Bruk av tankbil kan gi raskere livreddende førsteinnsats.

Redusert responstid ved bruk av tankbil i førsteinnsats

I ROS-analysen bør en også ta i betraktning at bruk av tankvogn i førsteutrykning kan medføre tidsbesparelser for brannvesenet ved ankomst til brannstedet. En slipper da å bruke tid på å finne og klargjøre brannkummer, noe som kan være en utfordring særlig om vinteren. Selve utlegget av slanger kan også gjøres noe raskere, siden utlegg og kopling av slange fra kum til bil da kan sløyfes i første omgang. En oppnår til en viss grad det samme ved bruk av brannbil i førsteutrykning, men her vil begrensningen i mengden medbrakt vann gjøre at en normalt vil måtte benytte ressurser til å etablere sikker vannforsyning ved oppkobling mot vannforsyningsnettet umiddelbart etter ankomst. Bruk av tankvogn vil således medføre at den effektive responstiden for igangsettelse av førsteinnsats i mange tilfeller vil kunne reduseres. I forhold til livreddende førsteinnsats kan dette i mange tilfeller være avgjørende.

4.1.5. Avstand til slokkevannsuttak

Veiledning til Byggteknisk forskrift angir pre-akseptert ytelse for plassering av slokkevannsuttak:

Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei.

Veiledning til Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen angir at brannventiler bør være plassert med maks 150 – 200 m avstand mellom uttakene.

Det er således ikke samsvar mellom anbefalte ytelser i disse veiledningene. Det antas at bakgrunnen for TEK's strenge krav til avstand mellom nærmeste slokkevannsuttak og inngang til hovedangrepsvei er typiske slangelengder som medbringes av brannvesenets biler. Standard slangelengde er 25 m, og det legges til grunn at en ikke bør koble sammen mer enn to slangelengder. Ytterligere økning av slangeutlegg kan medføre høyt trykktap, slik at kapasiteten til strålerøret reduseres. Bakgrunnen for avstandskravet antas i tillegg å være relatert til tiden det tar å legge ut nødvendige slangeutlegg fra påkoblingspunkt og fram til brannobjektet.

Det finnes eksempler på at avstandskravet i veiledningen til TEK medfører at det etableres brannvannsuttak med uhensiktsmessig korte mellomrom, hvilket medfører at en får et forsyningsnett som vil være dyrere både å bygge og vedlikeholde, samtidig som driftssikkerheten i forhold til forsyning av hygienisk betryggende drikkevann kan bli mer utfordrende. En mulig løsning som i gitte tilfeller kan vurderes hensiktsmessig for å kunne fravike pre-akseptert ytelse i forhold til avstand til hydrant/kum er å sørge for at brannbil, eller tankbil med egnet trykkforsterking, medbringes i førsteutrykning, og at denne kan parkeres i avstand 25-50 m fra hovedangrepsvei. En kan da regne med at maksimal avstand på 50 meter til hydrant/kum kan gjelde fra brannbilen. I dette tilfellet vil utlegging av nødvendige slangeutlegg fra brannbil/tankbil til brannobjekt ikke ta lengre tid enn et tilsvarende utlegg ved oppkobling til hydrant/kum i tilfeller der den pre-akseptert ytelsen for avstandskrav er oppfylt. Avstandene er heller ikke økt, slik at begrensninger i levering av mengde slokkevann pga. økt trykkfall ikke vil være gjeldende ved bruk av alternativ løsning med brannbil/tankbil som knutepunkt mellom brannvannsuttak på nett og brannobjekt. For å opprette sikker vannforsyning vil det være nødvendig å legge nødvendig slangeutlegg fra brannbil/tankbil til kum/hydrant. Dette vil imidlertid ikke være tidskritisk så lenge førsteinnsatsen utføres med medbrakt vann. Utvidelse av kravet om maksimal avstand til kum/hydrant forutsetter at det gjennom kommunens ROS-analyse må dokumenteres at brannvesenets mannskap og utstyr som er tilgjengelig ved førsteutrykning vurderes tilstrekkelig til å sikre at

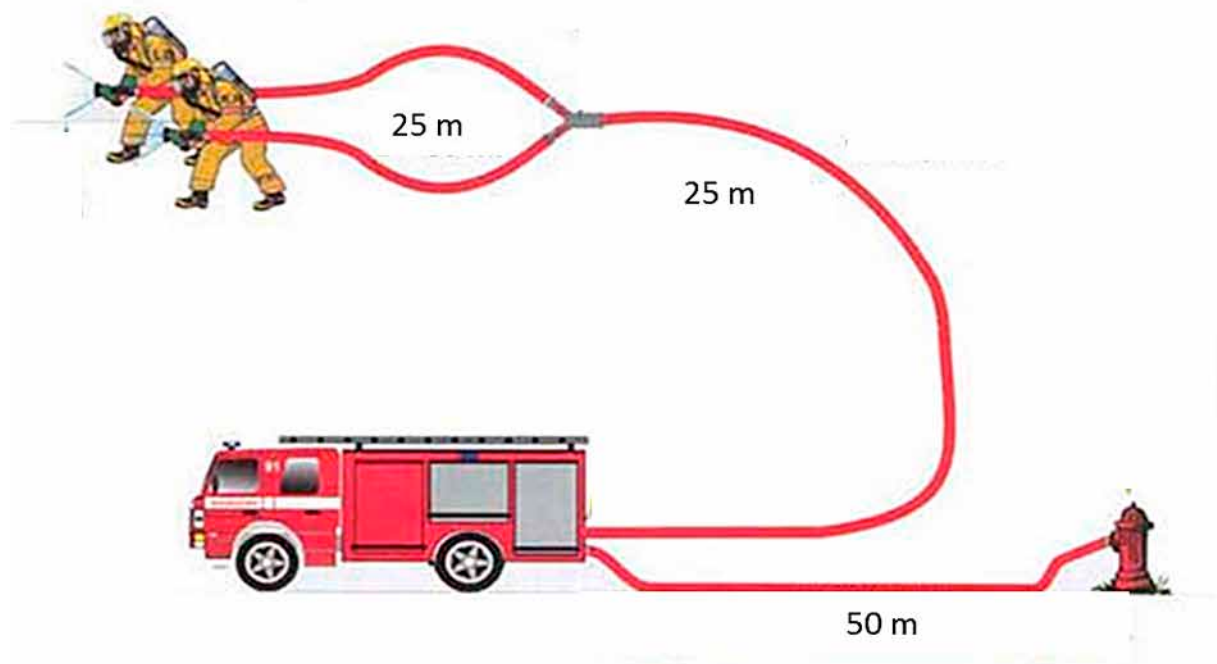
effektiv innsatstid for livreddende førsteinnsats ikke øker som følge av at pre-akseptert ytelse fravikes. Eksempel på løsning som avviker fra pre-akseptert ytelse i forhold til avstand til slokkevannsuttak er illustrert i Figur 37.



Figur 36: Hydranter gir rask tilkobling til vannledningsnettet, men krever mer vedlikehold enn brannkummer.

Det er også viktig å være oppmerksom på at en avstand på under 25 m mellom tankbil og angrepsvei i visse tilfeller føre til skade på utstyr og biler på grunn av strålingsvarme. Dette antas å være bakgrunnen for anbefalingen om minimum avstand til slokkevannsuttak på 25 m.

Dersom en vurderer å satse mer på førsteinnsats med medbragt vann og høyere trykk ved hjelp av pumper, og en slokketeknikk med inntrengning av vanddyser innenfor bygningskroppen eller eventuelt bruk av skum, vil avstand til slokkevannsuttak generelt være av mindre betydning. Dette på grunn av at alternativ slokketeknikk med mindre vannbehov vil føre til mindre trykktap i normale slanger, eller at en kan benytte noe mindre slangedimensjon og allikevel ha tilstrekkelig trykk.



Figur 37: Eksempel på slokkeoppsett for å unngå uhensiktsmessig kort avstand mellom brannkummer eller hydranter.

4.2. Forsalg til ny veiledningstekst til Forskrift om brannforebygging – § 21 Vannforsyning og byggeteknisk forskrift (TEK 10)

Det vises til relevant diskusjon i Kapittel 4.1 som bakgrunn for anbefalingen om å ta inn ny veiledningstekst til § 21 vedrørende vannforsyning i *Forskrift om brannforebygging*. Veiledning til byggeteknisk forskrift (TEK 10) bør endres tilsvarende. Følgende veiledningstekst foreslås:

Brannvesenets behov for slokkevann **Pre-aksepterte ytelser**

Veiledning til *Byggeteknisk forskrift* angir pre-aksepterte ytelser for brannvesenets behov for slokkevann tilsvarende 20 l/sek i småhusbebyggelse, og 50 l/sek fordelt på minst to uttak, i annen bebyggelse.

Behovet for slokkevann, samt hvordan dette behovet skal dekkes, må inngå i kommunens ROS-analyse, ref. *Brann og eksplosjonsvern lovens* § 9, og tiltak bør iverksettes i henhold til analysen.

Ved behandling av reguleringsplaner kan kommunen legge til grunn at brannvesenet har et vannbehov som fraviker fra pre-aksepterte ytelser. Dette forutsetter at

kommunen kan dokumentere, samt verifisere ved analyse, at brannvesenets organisering, utstyr og innsats vil medføre redusert vannforbruk i forhold til tradisjonell slokketeknikk, samtidig som brannsikkerheten minimum opprettholdes på tilsvarende nivå

Pre-aksepterte ytelser for slokkevannkapasitet kan fravikes i den enkelte byggesak dersom den brannfaglige prosjekteringen kan dokumentere at bygningens bruk, plassering, utforming, størrelse, seksjonering og brannbelastning ikke gir grunnlag for å utløse krav om 50 l/s på tross av at bygningen defineres som annen bebyggelse.

Etablerte områder

For etablerte områder med eksisterende infrastruktur og bygningsmasse må kommunen kartlegge slokkevannskapasiteten som er tilgjengelig gjennom vannforsyningsnett. I tillegg må kommunen i samråd med brannvesenet vurdere slokkevannsbehovet i ulike forsyningsområder, samt for enkeltbygg der dette er relevant. I mange kommuner er situasjonen slik at

eksisterende nett i stor grad ikke vil kunne levere tilstrekkelig mengde slokkevann til å dekke brannvesenets behov. Der dette er tilfelle må kommunen påse at det treffes nødvendige tiltak som sikrer at brannsikkerheten ivaretas. Kommunen må derfor, basert på innspill fra vannverk og brannvesen, vurdere hvorvidt det vil være mer hensiktsmessig, med hensyn på økonomi og drikkevannskvalitet, å erstatte manglende kapasitet i vannforsyningsnettet ved bruk av andre kilder til slokkevann, eller hvorvidt en oppgradering av eksisterende nett vil være den beste løsningen.

Virksomheter som over tid har endret byggverk i forhold til forutsetninger gitt i plan- /byggesak, og hvor behovet for slokkevannforsyning har økt, har ansvar for at det branntekniske sikkerhetsnivået blir tilfredsstillende, ref. § 2-1. Mangel på slokkevann kan medføre krav om at eier må legge om de branntekniske løsningene.

Utbygging av nye områder

Kommunen må i samråd med brannvesenet vurdere forventet slokkevannsbehov ved utbygging av nye områder. Ved nybygg skal brannvesenets behov for slokkevann som hovedregel dekkes i sin helhet gjennom vannforsyningsnettet. Dersom dette er i konflikt med å levere hygienisk betryggende drikkevann, kan deler av behovet for slokkevann dekkes ved bruk av andre kilder, forutsatt at brannsikkerheten ivaretas. Dersom brannvesenets slokkevannsbehov ikke kan ivaretas ved bruk av alternative kilder må det settes krav til brannforebyggende tiltak, f.eks. sprinkling, som kan oppveie for redusert tilgang på slokkevann som følge av hensynet til drikkevannskvalitet.

Tilgangen på slokkevann må inngå i rammebetingelsene for byggetillatelse, og disse vil kunne sette begrensninger for hvilke branntekniske løsninger som er aktuelle for et bygg.

Tankbil

For områder der kommunen gjennom ROS-analyse har kartlagt at spredningsfaren er liten, er det tilstrekkelig av brannvesenet disponerer passende tankbil.

Teknisk bytte

Også i annen bebyggelse, med spredningsfare, kan tankbil(er) inngå i brannvesenets innsatsstyrke. Begrunnelsen kan være å oppnå raskere førsteinnsats og/eller at vannforsyningsnettet ikke kan dekke hele behovet for slokkevann. Bruk av tankbil i bebyggelse med spredningsfare forutsetter vedtak om teknisk bytte på arealplannivå, der det gjennom kommunens ROS-analyse for brannberedskap må dokumenteres at en gitt del av brannvesenets behov for slokkevann kan

dekkes ved bruk av tankbil, samtidig som tilstrekkelig brannsikkerhet opprettholdes. Som underlag for vurderingen må forutsetningene og konsekvensene ved bruk av tankbil inngå i ROS-analysen sammen med rammebetingelsene for forsyningsområdet som omfattes av den aktuelle kommunedelplan eller områdeplan. Blant annet må en vurdere varighet av medbrakt vannforsyning, samt avstand og kjøretid til egnet punkt for re-tanking. Dette må vurderes opp mot behovet for at bruk av tankbil skal utgjøre en kontinuerlig kilde, herunder må det vurderes hvorvidt det vil være nødvendig å ha tilgang til to eller flere tankvogner, samt nødvendig bemanning av disse.

Øvrige kilder til slokkevann

Pre-aksepterte ytelser

Tanker, bassenger eller øvrige åpne vannkilder må ha kapasitet for en times tapping.

Bruk av tanker, bassenger, eller andre åpne kilder kan erstatte manglende slokkevannskapasitet i vannforsyningsnettet for småhusbebyggelse, samt annen bebyggelse, under forutsetning av at det tekniske byttet gir tilstrekkelig brannsikkerhet. Normalt vil løsningen måtte dokumenteres av tiltakshaver ved utarbeidelse av reguleringsplan eller ved byggesøknad.

Avstand til hydrant

Pre-aksepterte ytelser

Veiledning til Byggteknisk forskrift angir pre-aksepterte ytelser for avstand til kum/hydrant: Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei. I tillegg må det være tilstrekkelig antall brannkummer/hydranter slik at alle deler av byggverket dekkes.

Dersom brannbil eller tankbil med egnet trykkforsterkning medbringes i førsteutrykning, samt at denne kan plasseres innenfor 25 - 50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei, kan maksimal avstand på 50 meter til kum/hydrant regnes fra kjøretøyet.

Utvidelse av kravet om maksimal avstand til kum/hydrant forutsetter at det gjennom kommunens ROS-analyse må dokumenteres at brannvesenets mannskap og utstyr som er tilgjengelig ved førsteutrykning vurderes tilstrekkelig til å sikre at effektiv innsatstid for livreddende førsteinnsats ikke øker som følge av at pre-akseptert ytelse fravikes.

Vannforsyning til sprinkleranlegg

Ved regulering av nye utbyggingsområder, må kommunen påse at vannforsyningen til automatiske slokkeanlegg er del av rammeforutsetningene for byggetilla-

telse før de blir prosjektert og etablert. Kommunen bør ha oppdatert dokumentasjon om tilgjengelig slokkevannforsyning, som stilles til rådighet for ansvarlig prosjekterende i byggesaker. Hvis det utføres kapasitetsmåling ved ferdigstilling av nytt sprinkleranlegg, må dette skje etter skriftlig avtale med vannverket.

Eier av brannobjektet er ansvarlig for tilfredsstillende brannsikkerhet. Nødvendig vannmengde og trykk for sprinkling vil være avhengig av objekttype, utløsningsareal og de branntekniske løsninger som er valgt for bygget. Der det er klart at vannforsyning fra offentlig nett ikke er tilstrekkelig, må tilfredsstillende vannforsyning, eller tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå etableres på annen måte. Kommunen bør derfor som en del av planbestemmelsene, og/eller i byggesaken, gjøre det klart at tiltakshaver/eier selv har ansvar for å etablere tilstrekkelig tilførsel av vann til sprinkleranlegg. Hvis offentlig nett ikke har tilstrekkelig kapasitet, er det aktuelt å etablere egen forsyning ved bruk av vann fra basseng eller åpen kilde. I enkelttilfeller kan behovet for vannforsyning til sprinkleranlegg som følge av stor takhøyde, høy brannbelastning, lagring i høye reoler eller lignende, være så høyt som 6-9 000 liter per minutt (100-150 l/sek).

I tillegg må det sørges for tilstrekkelige innsatsrutiner som ivaretar brannvesenets slokkevannsbehov ved innvendige søk og redningsinnsats.

Kommunens driftsansvar

Kommunen plikter, gjennom rutinemessig kontroll og vedlikehold, å sørge for at tilrettelagt slokkevannforsyning for brannvesenet er tilgjengelig til alle årstider. Kommunen skal også informere eiere av sprinkleranlegg om regulariteten i vannforsyningen og etablere varslingsrutiner ved planlagte og akutte driftsavbrudd. Kommunen bør gjennom skriftlig avtale klargjøre bestillingen ovenfor vannverkene vedrørende levering av slokkevann i forhold til ansvars plassering for følgende:

- Utarbeidelse og ajourføring av kart over slokkevannskapasitet, herunder ledningsnett med markering av ledningsdimensjoner, uttak, stoppeventiler mv.
- Om nødvendig foreta ombygging av styringsmekanismen på eventuelle rørbruddsventiler for å sikre at vanntilførselen ikke på noe tidspunkt blir avstengt i en brannsituasjon.
- Merking av slokkevannsuttakene.
- Rutiner for inspeksjon av uttakene med vekt på korrosjon, frost og gjengroing.
- Verifisering av nettmodeller for kontroll av tilgjengelig vannmengde, og at ev. rørbruddsventiler ikke stenger i kortere eller lengre tid (Spesielt viktig på nye vannledninger og ved nystallerte sprinkleranlegg).

Prøving av anlegg må foretas i samarbeid med vannverket, se § 2-4.

Vedlegg A: Utdrag fra retningslinjer for brannvannsdekning og sprinkleranlegg i Bærum kommune

A Provisorisk vannforsyning ved anleggsvirksomhet

Ved anleggsvirksomhet gjøres lokale tilpasninger i vannforsyningen ved hjelp av provisoriske ledninger. Brannvannsdekningen vil midlertidig bli redusert ved at avstanden mellom brannobjekt og brannuttak kan økes fra 50 til ca 100 m for større brannobjekter og fra 100 m til ca 150 m for mindre. Brannvesenet kan konsulteres dersom det må gjøres lokale tilpasninger. Brannvesenet skal varsles med tegning som viser hvilke brannkummer som er satt ut av drift og hvor midlertidige brannuttak er satt ut. Midlertidige brannvannutak markeres med rødmalt stolpe av 48x98 el tilsv.

Provisoriske ledninger for større brannobjekter:

Minimums ledningsdimensjon bør være $d_i=150$ mm. Dette gir reduserte vannmengder i den perioden anleggsvirksomheten pågår. Det bør ikke legges opp til toveis forsyning, da dette medfører at den provisoriske ledningen vil fungere om en del av ledningsnettet.

Provisoriske ledninger for mindre brannobjekter:

Dersom det må legges ut ledninger for å ivareta brannsikkerheten, vil minimumskravet være i dimensjon $d_i=90$ mm ved ensidig forsyning.

Vedlegg B: Retningslinjer for forsyning av slokke- og sprinklervann

Retningslinjer for slokkevannsforsyning i Drammensregionen

- Disse retningslinjer legges til grunn ved:
 - Vannverkets planlegging, utbygging og oppgradering av den kommunale vannforsyningen
 - Kommunens reguleringsplanlegging og byggesaksbehandling
 - Huseieres og utbyggers planlegging av utbygging, brannsikring, sprinkling og slokkevannforsyningen.
- Vannverket gir uttalelse om vannforsyningens kapasitet for slokkevann, basert på modellberegninger, målinger og erfaringer.
 - Med vannforsyningskapasitet menes leveringsmengde ved et resttrykk på ledningsnettet på 1,0 bar, målt på det sted i trykksonen som får lavest trykk på grunn av slokkevannsuttaget.
 - Ved beregninger av leveringskapasitet legges vanligvis maksimalt timeforbruk i gjennomsnittsdøgnet til grunn for det øvrige forbruket. Time- og døgnfaktorene fastsettes av vannverket ved skjønn for det aktuelle forsyningsområdet. Det forutsettes at hele ledningssystemet er i normal drift.
- Hvis ikke annet er bestemt eller avtalt, skal minimum følgende slokkevannskapasitet være tilgjengelig:
 - Minst 20 l/s i småhusbebyggelse
 - Minst 50 l/s fordelt på minst to uttak i områder med annen bebyggelse

(Dette er samme formulering som i Teknisk forskrift, Veiledning, preaksepterte løsninger vannforsyning).

Det er i alle tilfeller tiltakshavers ansvar å sørge for at myndighetenes krav til brannsikring er ivaravdelning. Dersom slokkevannskapasiteten ikke er tilstrekkelig, må tiltakshaver derfor sørge for supplerende eller alternative tiltak.

Fordelingen på antall uttak samt plassering av slokkevannsuttak må vurderes i planleggingen, jfr. pkt.6. Det vises også til VA-normene. Tosidig forsyning bør tilstrebes.

Det er tilstrekkelig å prosjektere vannforsyningen for enten sprinkling eller brannvesenets slokkevannsbehov, alt etter hva som krever den største vannmengden.

Kommunen/vannverket har ikke ansvar for at denne slokkevannskapasiteten

er tilgjengelig i alle deler av ledningsnettet, jfr. kommunens «Avtalevilkår for Vannforsyning og Avløp», pkt. 5.2.3 og 5.2.5.3.

Kommunen vurderer slokkevannssituasjonen ved regulerings- og byggesaksbehandlingen. Dersom disse vannbehovene ikke kan dekkes med direkte uttak fra kommunens / vannverkets ledningsnett, må bruk av basseng, alternativ vannkilde eller en annen brannsikring av bygningen vurderes av tiltakshaveren.

Fravikes ytelser gitt i veiledning til byggteknisk forskrift, må det fremlegges særskilt dokumentasjon som

sannsynliggjør at forskriftens krav til brannsikkerhet oppfylles.

4. Ved større brannrisiko kan kommunen stille ytterligere krav til slokkevannskapasitet eller annen brannsikring.
5. Ved regulering av nye boligområder skal slokkevannskapasiteten dimensjoneres for 20 l/s. I eksisterende boligområder med liten spredningsfare, f.eks. småhusbebyggelse med avstand mellom hus > 8 m og gårdsbruk, kan vannbehovet på 20 l/s fravikes dersom brannvesenet disponerer tankbil. Kommunen angir nærmere hvilke områder dette gjelder. Det vises også til VA-miljøblad nr. 82, pkt.3.5.1
6. Plasseringen av slokkevannsuttak må vurderes på bakgrunn av forholdene på stedet. Det normale er at avgreninger på det offentlige vannledningsnett skjer i kummer og at alle disse kummene utstyres med brannventil.

Vanligvis gjelder følgende: I områder med småhusbebyggelse med avstand mellom hus større enn 8 meter skal avstand mellom nærmeste slokkevannsuttak og inngang til hovedangrepsvei for slokkingen ikke overskride 75 meter. For andre bygg bør denne avstanden ikke overskride 50 meter.

Ved regulering eller utbygging av områder med industrianlegg, store og kompliserte bygninger m.v. må utbygger dokumentere plassering og antall slokkevannsuttak og legge fram dette som en del av plan-/ byggesaken.

Ved større brannrisiko kan kommunen skjerpe avstandskravene ytterligere. For plassering av slokkevannsuttak samt utforming av disse, vises til kommunale VA-normer og veiledningen til Byggteknisk forskrift.

Retningslinjer for vannforsyning til sprinkleranlegg i Drammensregionen

1. Disse retningslinjer gjelder for tilkobling av sprinkleranlegg til kommunal vannforsyning i Drammensregionen. Det anbefales at private vannverk benytter tilsvarende regler.
2. Enhver abonnent har rett til å koble sprinkleranlegg til vannforsyningssystemet, men kommunen kan ikke garantere forsyningssikkerheten og kapasiteten til enhver tid, jfr. «Kommunens Avtalevilkår for Vannforsyning og Avløp», pkt. 5.2.3 og 5.2.5.3. Det er tiltakshavers ansvar å sørge for at myndighetenes krav til brannsikring er ivaravdelings, også i de tilfellene der kapasiteten for sprinkling ikke er tilstrekkelig, slik at nødvendig sikring må ivaretas med alternative tiltak, for eksempel med vannforsyning fra eget basseng.

3. Det er tiltakshavers ansvar å planlegge og prosjektere sprinkleranlegg.
 - a. For å sikre vannledningsnett mot undertrykk i øverste forsyningspunkt i trykksonen kan sprinkleranlegg ikke dimensjoneres for høyere vannuttak og/eller trykk på vannledningsnett enn det vannverket oppgir, basert på modellberegninger og vurderinger. Vannverkets erklæring om kapasitets- og trykkforhold inngår i det formelle prosjekteringsgrunnlaget for sprinkleranlegget.
4. Vannverket gir uttalelse om vannforsyningens kapasitet for slokkevann, basert på modellberegninger, målinger og erfaringer.
 - a. Med vannforsyningskapasitet menes leveringsmengde ved et resttrykk på ledningsnett på 1,0 bar, målt på det sted i trykksonen som får lavest trykk på grunn av slokkevannuttaket.
 - b. Ved beregninger av leveringskapasitet legges vanligvis maksimalt timeforbruk i gjennomsnittsdøgnet til grunn for det øvrige forbruket. Time- og døgnfaktorene fastsettes av vannverket ved skjønn for det aktuelle forsyningsområdet. Det forutsettes at hele ledningssystemet er i normal drift.
5. Tappeprøver kan være aktuelt som grunnlag for å vurdere forsyningskapasiteten eller for å verifisere modellberegninger av ledningsnettets kapasitet. Hvis vannverket tillater tappeprøver, skal dette, på store anlegg, normalt ikke skje til full kapasitet, men for å få punkter på trykkfallskurven slik at maksimal kapasitet kan modellberegnes. (NS-EN 12845 krever tapping til krevet kapasitet minst én gang. Hvis dette ikke oppnås pga. manglende kapasitet, må en finne andre løsninger, for eksempel lokalt basseng).
 - a. Det understrekes at tappeprøver som gjøres på tidspunkt med begrenset øvrig tapping fra vannforsyningssystemet, har begrenset verdi, og at modellberegninger derfor anbefales.
 - b. Planleggere, eiere eller kontrollører av sprinkleranlegg tillates bare å utføre tappeprøver etter særskilt skriftlig tillatelse til dette fra vannverket i hvert enkelt tilfelle. For tappeprøver bestemmer vannverket:
 - i. Maksimal tappevannføring og krav til måling av vannføringen.
 - ii. Nødvendig åpningstid og lukketid for tappeventilen for å unngå skadelige trykkstøt.
 - iii. Plassering av og type trykkmålere på ledningsnett.
 - iv. Tidspunktet for tappeprøven.

6. For å unngå svekket vannkvalitet på grunn av at vann til sprinkleranlegget står stille i lang tid, bør det vurderes om innlegget fra ledningsnettet bør være felles for sprinkleranlegget og den vanlige forsyningen. Ved lange og store sprinklerledninger kan det være argumenter mot dette på grunn av tilsvarende lange oppholdstider i en felles vannledning for sprinkling og forbruksvann.
 - a. Avgrening fra felles vannledning skjer i så fall innomhus med vannmåler for vanlig forbruk. På anlegg med sprinklerventil med diameter > DN 50 tillates ikke vannmåler. Vannmåler for prøvetapping skal være montert på egen grenledning for slik tapping. Det kreves alarm som varsler trykkfall. Derved sikres urettmessig vannuttak fra sprinklernettet. (Sprinklerregelverket krever også slik alarm).
 - b. Sprinkleranlegg som forsynes fra egen vanntank, basseng og/eller fra annen vannkilde enn vannverksledning, tillates ikke samtidig å ha direkte trykksatt tilkobling til vannledningsnettet. I slike tilfeller skal vannforsyningen enten levere til trykkløst basseng eller være fysisk atskilt fra alternativ forsyning.
7. Sprinkleranlegg som er koblet til vannverkets ledningsnett skal være isolert fra dette med dobbel tilbakeslagsventil, jfr. NS-EN 1717 pkt 5.2.2 kategori 2.
 - a. I særskilte tilfeller kan utvidet sikring iht. NS-EN 1717, pkt 5.2.4 kategori 4 være aktuelt for å sikre mot tilbakesug til ledningsnettet. Slike særskilte krav gjelder blant annet sprinkleranlegg som er fylt med frostvæske eller annet som kan forurense drikkevannet.
 - b. Det må ikke benyttes frostvæske som er brennbar eller kan ha betydelig helseskadelig effekt.
8. Sprinkleranlegg som er koblet til vannverkets ledningsnett, skal være isolert fra dette med Ved midlertidige eller permanente endringer av forhold som påvirker trykk eller kapasitet i vannforsyningssystemet, skal eiere av sprinkleranlegg og brannvesenet så vidt mulig varsles av vannverket.
9. Likeledes skal huseier varsle bygningsmyndighetene (søknadsplikt) dersom slokkevannsforholdene endres som følge av tiltak fra huseier.
10. Sprinkleranlegg for brannslukking skal omsøkes etter kommunens «Avtalevilkår for Vannforsyning og Avløp» og bestemmelsene i plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter.
11. Alle sprinkleranlegg skal ha avstengningsventil på utsiden av bygget slik at sprinklingen kan stenges eller strupes for å sikre alternativ slokkevannforsyning og/eller begrense vannskader. Ventilen skal monteres i tilstrekkelig avstand fra brannobjektet, slik at ventilen kan stenges selv om huset er overtent, og ha visning på åpningsgraden.
 - a. På grenledning med diameter > DN 63 skal ventilen plasseres i egen kum på den offentlige hovedvannledningen.
 - b. Det vises også til VA-Miljøblad nr. 82.

Vedlegg C: Test av vanntåke som overtenningsbeskyttelse.

Et enkelt forsøk ble utført av SP Fire Research AS for å kvalifisere vanntåke som overtenningsbeskyttelse, i forbindelse med en øvelse hos Melhus brannvesen. Billeddokumentasjon som illustrerer forsøket er gitt i Figur 38, Figur 39 og Figur 40.



Figur 38: Hus på Melhus som ble brukt som øvelsesobjekt for brannvesenet. Det hvite røret som er ført opp til mønet er et vanlig vannrør. Dette ble koplet til brannbilens pumpe-uttak og førte en meget begrenset vannmengde inn på loftet etter at brann var påtent i første og andre etasje.



Figur 39: Vanntåkedyser ble plassert oppe under taket på loftet i bygningen.



Figur 40: Fra andre etasje og opptil loftet var det saget et hull på ca 1 m2. Dette kunne spre brannen fritt opp på loftet, men vanntåken hindret overtenning så lenge vannet ble påført.

Vedlegg D: DHI rapport – Brannvann i Norge

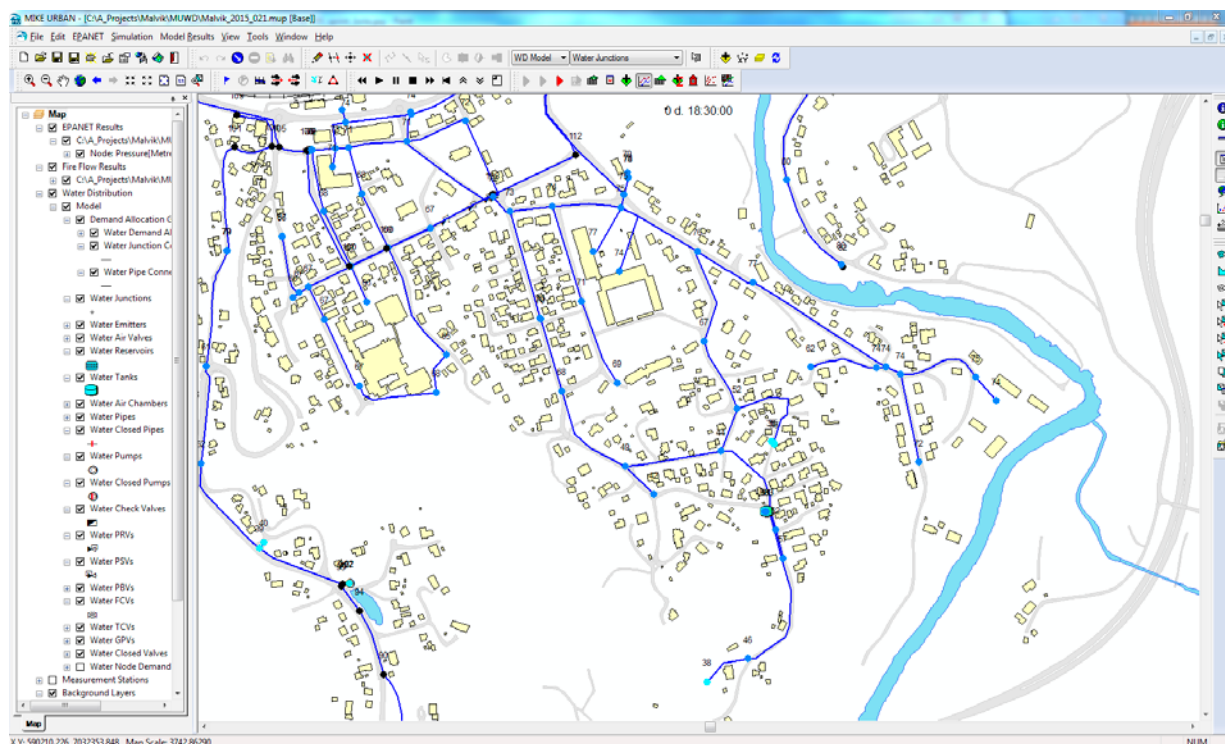
Brannvann i Norge

Innledning

I dette notatet har vi gjort rede for våre erfaringer rundt tilgjengelig brannvann i norske kommuner og beregning av dette.

Metode

Tilgjengelig brannvann beregnes best ved hjelp av en nettmodell over det aktuelle vannforsyningssystemet. Nettmodellen bør helst være kalibrert mot målinger, enten data fra et driftskontrollsystem eller data fra en dedikert målekampanje. Beregning av tilgjengelig brannvann ved hjelp av en nettmodell vil i mange tilfeller gi mer korrekte resultatene enn ved å gjennomføre en tappetest ute på nettet. En tappetest vil i alle tilfeller medføre potensiell risiko for uønskede hendelser som undertrykk eller «spyling» av nettet og bør unngås. Mange norske kommuner har etter hvert en godt etablert nettmodell som kan brukes til dette formålet. En illustrasjon av en nettmodell er vist på figuren nedenfor.



Figur 41: Modell over et vannforsyningssystem.

Når man har en slik modell etablert er det en relativt enkel sak å beregne tilgjengelig brannvann i ledningsnettet. Det er likevel flere valg man bør ta som vil påvirke resultatet fra disse beregningene. Det første spørsmålet er hvor lavt trykk man kan godta i uttaks-kummen før man sier at kapasitetsgrensen er nådd. En vanlig anbefaling her er å legge seg på 15 mVs, hvis man vil være mer på den sikre siden kan man velge 20 mVs som noen kommuner.

Når brannvesenet er ute for å slukke en brann er det vannmengden som er beregnet på denne måten de kan ta ut fra nettet.

Det vil imidlertid ofte være slik at et uttak av maksimal kapasitet fra en kum vil føre til undertrykk andre steder i nettet. Dette vil typisk være tilfelle dersom man tar ut mye vann fra en ledning som er tilknyttet et forsynings-nett som ligger høyere i terrenget enn uttaks-kummen. Da vil nettet i det høyereliggende området bli trykkløst før (og av og til mye før) kapasiteten til selve uttaks-kummen er nådd.

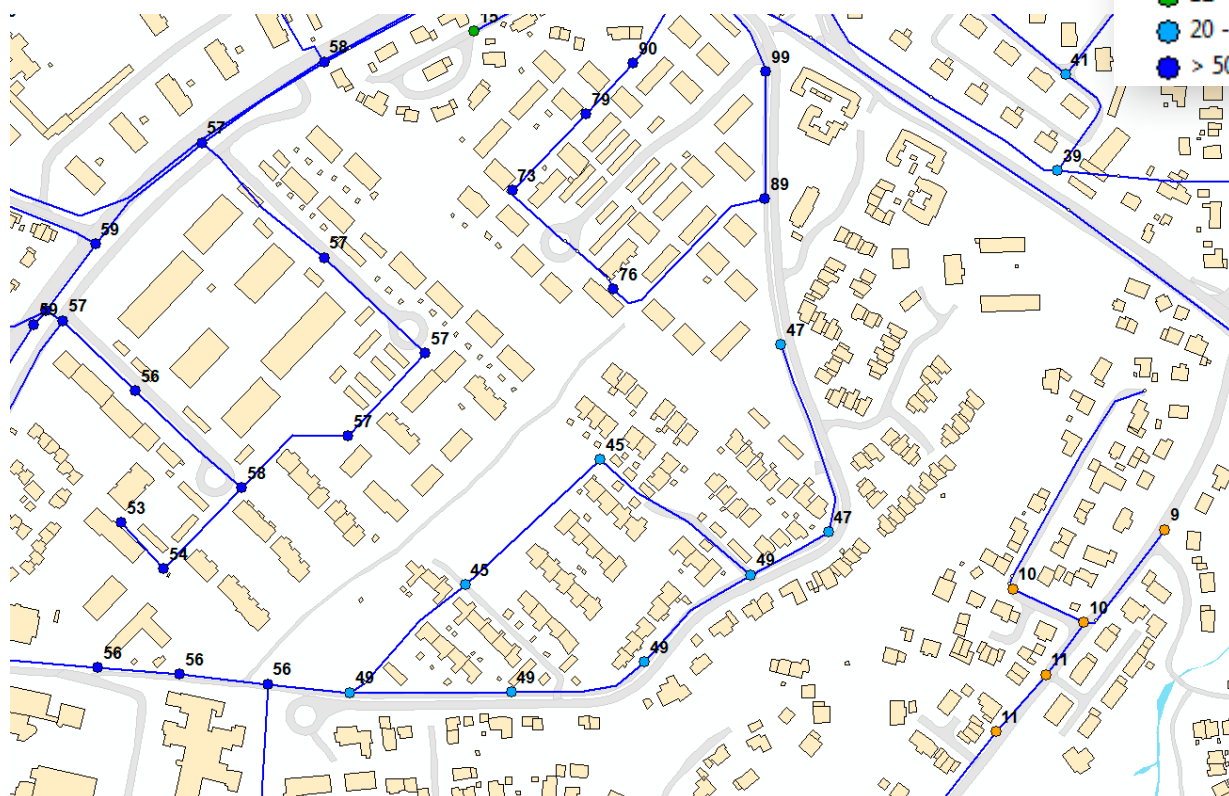
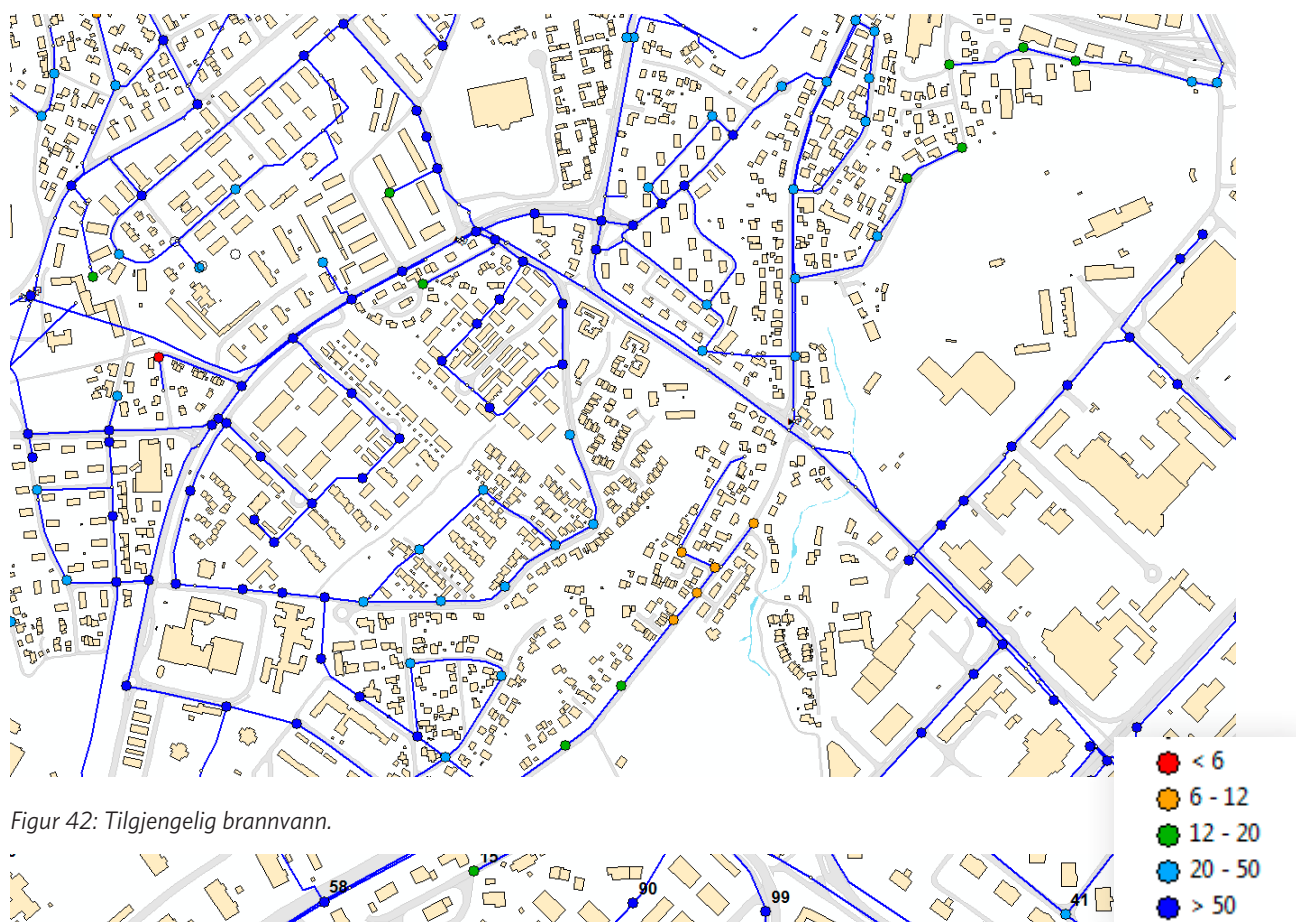
For kommunen vil man i planleggingssammenheng derfor beregne tilgjengelig kapasitet som den mengden man kan ta ut fra en kum uten at trykket noen steder i nettet faller til under 15 mVs (eller 20 mVs.)

DHI har beregnet tilgjengelig brannvann for en rekke kommuner rundt om i Norge, blant annet de fleste kommunene i Trøndelag, i tillegg til for eksempel Oslo, Bergen, Stavanger og Bærum kommuner. En systematisk beregning av tilgjengelig brannvann for hele kommunen har vi gjort i blant annet Trondheim, Stjørdal og i Melhus. De etterfølgende resultatene er hentet fra disse tre kommunene. I tillegg har vi gjort samme analyse for en liten norsk fjellkommune. Disse resultatene er tatt med under overskriften «Bygd».

Resultater

For alle fire kommuner er det gjort en beregning av tilgjengelig brannvann med hensyn til at trykket ikke skal falle under kritisk nivå (15/20 mVs) noe sted i nettet under uttak.

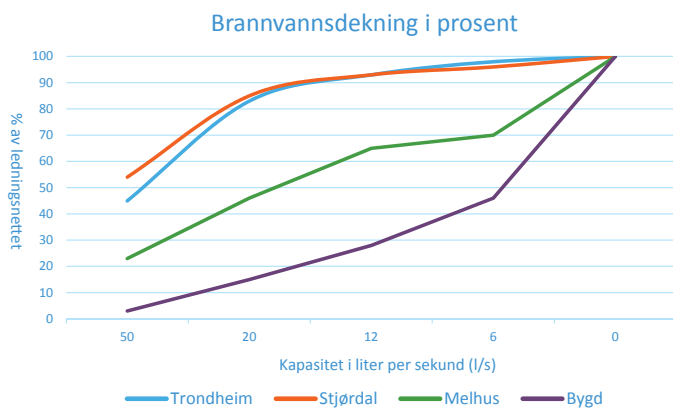
Resultatet fra en slik beregning kan illustreres som et kartlag som vist på de neste to figurene.



Ved å gjøre en enkel statistisk analyse av resultatene kan man få et bilde av hvor stor del av vannforsynings-systemet som har tilstrekkelig brannvannsdekning.

Tilgjengelig brannvann	Trondheim	Stjørdal	Melhus	Bygd
50 l/s	45 %	54 %	23 %	3 %
20 l/s	83 %	85 %	46 %	15 %
12 l/s	93 %	93 %	65 %	28 %
6 l/s	98 %	96 %	70 %	46 %

De samme tallene illustrert grafisk vises på figuren under.



Figur 44:

Diskusjon

Resultatene som er vist ovenfor er typiske for norske kommuner. De store bykommunene med et velutviklet vannforsyningsnett har ofte stor kapasitet i ledningsnettet og kan forsyne store deler av kommunen med mye brannvann. For Trondheim sin del ser man at 83 % av ledningsnettet (regnet som andel av kummene) kan levere mer enn 20 l/s til brannvann selv om man tar hensyn til at trykket skal opprettholdes i hele nettet under uttak. For Melhus sin del er den tilsvarende verdien 46 %.

Noen av de største kommunene, slik som for eksempel Oslo og Stavanger vil antagelig ha enda bedre brannvannsdekning enn Trondheim, mens for eksempel Bergen med sin mer utstrakte kommunegeografi antagelig ligger omtrent på samme nivå som Trondheim.

Tallene for Melhus er veldig typisk for mindre kommuner med mye spredt bebyggelse. Vi har observert samme situasjon i kommuner som for eksempel Malvik

og Orkdal. Mindre bykommuner som for eksempel Steinkjer, Namsos og Levanger vil antagelig ligge et stedt mellom Trondheim og Melhus når det gjelder brannvannsdekning.

De vurderingene som er gjort ovenfor er basert på kapasitetsberegninger gjennomført for de nevnte kommunene over flere år.

I tillegg til at de største byene i utgangspunktet har den beste brannvannsdekningen, vil det her være relativt enklere og øke brannvannsdekningen ytterligere. Ofte finnes det muligheter for å åpne stengte soneventiler (og sette inn vannmålere) for å øke kapasiteten i nettet. I tillegg ligger det gjerne mye ledninger som det er mulig å bygge om til ringsystemer med relativt enkle grep.

For de mindre kommunene er situasjonen helt annerledes. Ofte er ledningsnettet langstrakt og mange av de mindre bygdesentraene henger på en lang og av og til liten ledning. For et stort flertall av disse kommunene vil det være helt urealistisk å oppnå en brannvannsdekning på 20 l/s over en tidshorisont på flere tiår. De nødvendige investeringene for å nå en slik brannvannskapasitet vil være uforholdsmessig høye.

Et siste moment er at brannvannet for de små kommunene vil utgjøre en svært stor del av det totale vannforbruket i kommunen. For en kommune på Melhus sin størrelse med et totalt vannforbruk på 40–50 l/s i gjennomsnitt vil det å legge ledninger som over alt kan levere 20 l/s føre til ledninger som er kraftig overdimensjonerte under en normalsituasjon med svært lave vannhastigheter som et resultat. For Trondheim kommune sin del, med et gjennomsnittlig vannforbruk på 700–750 l/s vil 20–50 l/s til brannvann utgjøre en forholdsvis mye mindre del av det normale forbruket og på den måten ikke føre til like «overdimensjonerte» ledninger.

I denne diskusjonen regnes Melhus som en liten kommune. I skrivende stund er Melhus Norges 71. største kommune av 428. Det finnes med andre ord over 350 kommuner som er mindre enn Melhus og som formodentlig er enda lengre unna å tilfredsstille et krav om 20 l/s til brannvann i hele sin kommune.

DHI

Tomas Eidsmo

Sivilingeniør

416 20 806

tomas.eidsmo@dhi.no

Vedlegg E: Eksempel på utrustning av brannvesen og bruk av vaktstyrke med fremskutte enheter i Sverige

En vil her gi et eksempel fra Sverige vedrørende brannvesenets utrustning, samt bruk av vaktstyrke med fremskutte enheter. Utdrag av notat fra Nordisk Brannbefals Studieuke, Uppsala 11-15/10-2010 [16]:

På besøk i Nyköping fikk vi informasjon om det forebyggende arbeidet og så på en interessant vaktstyrke med fremskutte enheter. Sörmlandskustens räddningstjänst består av 4 kommuner og 83.000 innbyggere. De har en kombinasjon av heltids- og deltidstyrke, men har noe problemer med å rekruttere i deltid. Personer i deltidstyrken får med egen bil hjem med CAFS (Compressed Air Foam System) og skjærslukker. Denne utgjør første del av den fremskutte enheten, og kan bli sendt på forskjellige oppdrag avhengig av behovet. De har følgende utstyrsportefølje i den fremskutte enheten:

1: En liten bil betjent av 1 mann, utstyrt med skjærslukker og CAFS via trykktank (luftflaske 300 bar) med 200 liters vanntank. Med full åpning på strålerøret varer dette i 6 min.

Med dette regner de med at førsteperson på stedet kan begrense/slokke/jobbe i ca 15 min før neste enhet kommer.

2: En 3-mannsbil med CAFS og Cobra skjærslukker med 400 liters tank, drevet av kompressor. Til CAFSen har de flere utskiftbare munnstykker (bajonettkobling, trenger ikke fjerne trykk på slangen) slik at de kan benytte vanlig strålerør, et stort slokkespett (ca 1.5 m langt) til bilbrann og gjennom vegger etc. Veldig smart. Vanlig klippeverktøy med mobil kompressor (stillegående bensindrevet, lav vekt), samt røykdykkeutstyr til 2 mann.

3: Vanlig mannskapsbil med CAFS og Cobra skjærslukker, i tillegg til vanlig utstyr på brannbil. Mye av utstyret er batteridrevet, blant annet drill, vinkelsliper, bajonettsag med mer. To av konstablene var kvinner denne dagen, totalt er det tre faste ansatte i heltidstyrken, og 16 totalt i hele brannvesenet vesenet.

Hele notatet kan leses her:

http://www.nblf.no/MineFiler/Dokumenter/Nyhet/Studietur%20til%20Uppsala_2010.pdf.



Figur 45: Tilillustrasjon av slokkeutstyr.

Referanser

1. Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (Brann- og eksplosjonsvernloven). Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap. Lovdata. LOV-2002-06-14-20.
2. Forskrift om brannforebygging. Justis- og beredskapsdepartementet. Lovdata. FOR-2015-12-17-1710.
3. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Lovdata. FOR-2010-03-26-489.
4. Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen. Justis- og beredskapsdepartementet. Lovdata, FOR-2002-06-26-729, 2002 hefte 8.
5. Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften), Helse- og omsorgsdepartementet, FOR-2012-03-05-202.
6. Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem, Norsk Vann rapport 193 (2012).
7. Slokkevann for brannvesenet og for sprinkling – Brosjyre med retningslinjer, Godt Vann Drammensregionen (2011).
8. Tilbakestrømssikring - veiledning til vannverkseiere, Norsk Vann rapport 215 (2016).
9. Biostabilitet i drikkevannsnett, Norsk Vann rapport 206 (2014).
10. Vannforsyningens ABS, Folkehelseinstituttet (2004), <http://www.fhi.no/artikler/?id=46542>
11. Vann og avløpsteknikk, Lærebok fra Norsk Vann (2012).
12. Slokkevannsmengder. Rapport fra SP Fire Research (Karolina Storesund, Kristian Hox, Andreas G. Bøe, Ragnar Wighus) 2013·NO·NBL A13126
13. Brannfysikk – fra teori til praksis. Brannutvikling, brannspredning, slokking og utlufting. Guttorm Liebe. Lærebok benyttet ved Norges Brannskole. Utgitt i revidert utgave 2005 av Norsk Brannvernforening og Norges Brannskole.
14. Hva kan vi lære av brannen i Lærdal i januar 2014? Vurdering av brannspredningen, Anne Steen-Hansen, Andreas G. Bøe, Kristian Hox, Ragni F. Mikalsen, Jan P. Stensaas, Karolina Storesund SPFR rapport 2015·NO·SPFR A14109.
15. Byen brenner! Hvordan forhindre storbranner i tett verneverdig trehusbebyggelse med Røros som eksempel. Anne Steen-Hansen, Geir Jensen, Per Arne Hansen, Ragnar Wighus, Trygve Steiro, Knut Einar Larsen. SPFR rapport2003·NO·NBL A03197
16. Omtale gitt i forbindelse med Nordisk Brannbefals Studieuke, http://www.nblf.no/MineFiler/Dokumenter/Nyhet/Studietur%20til%20Uppsala_2010.pdf
17. Matthew E. Benfer and Joseph L. Scheffey, Evaluation of Fire Flow Methodologies, Hughes Associates, Inc. Baltimore, MD © January 2014, Fire Protection Research Foundation.
18. Daniel Madrzykowski and Stephen Kerber, NIST Technical Note 1618 - Fire Fighting Tactics Under Wind Driven Conditions: Laboratory Experiments, U.S. Department of Commerce, Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899.
19. Notat fra DHI AS – Brannvann i Norge, 16. februar 2016.
20. Ny brannbil til 3,5 millioner, Lofotposten 17 desember 2015.
21. Vattensprinkleranläggningar - Kapacitetsprov och kommunala vattenledningsnät. SP Rapport 2016

TIDLIGERE UTGITTE RAPPORTER

2016	218	Vann til brannslukking og sprinkleranlegg	168	Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg	134	VA-JUS. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av boken Vann- og avløpsrett (2010) og nettportalen va-jus.no)		
	217	Videreutvikling av beregningsmetodikk for gjenanskaffelsesverdi og investeringsbehov	167	Veiledning for kjøp av VA-kjemikalier	B1	Effektive VA-organisasjoner og tilfredse brukere. Forprosjekt		
			166	Tiltak for å bedre fosforfjerningen på kjemiske renseanlegg	C2	Stoff for stoff – kilde for kilde. Kvikksølv i avløpsnettet		
			165	Innsamlingsverktøy for vedlikeholdsdata				
2015	215	Tilbakestrømssikring – veiledning til vannverkseiere	B12	Drikkevatt i media				
	214	Forslag til ny sektorlov for vanntjenester	2008	164	Veiledning for UV-desinfeksjon av drikkevann	2003	133	IT-strategi for VA-sektoren. Veiledning
	213	Sikkerhetsstyring for vannbransjen		163	Veiledning for innhenting og evaluering av tilbud på analyseoppdrag	132	Forslag til nytt system for prosjektvirksomheten i NORVAR	
	212	Veiledning for dimensjonering av vannbehandlingsanlegg		162	Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering	131	Effektivisering av avløpssektoren	
211	Erfaringer med ozon-biofiltrering for behandling av drikkevann	161		Helsemessig sikkert vannledningsnett	130	Gjenanskaffelseskostnadene for norske VA-anlegg		
2014	210	Veiledning for praktisering av selvkost	160	Driftserfaringer med membranfiltrering	129	Rørinspeksjon med videokamera. Veiledning/rapportering hovedledninger		
	209	Veiledning i mikrobiell barriere analyse	159	Håndbok i kildeporing i avløpssystemet	C1	Sårbarhet i vannforsyningen		
	208	Sikring av kvalitet på ledningsanlegg	158	Termoplastrør i Norge – før og nå	2002	128	Bruk av resultatindikatorer og benchmarking i effektivitetsmåling av kommunale VA-virksomheter. Erfaringer og anbefalinger fra et prøveprosjekt	
	207	Stikkledninger – ansvar og teknisk utforming	B11	Økonomiske forhold i interkommunalt VA-samarbeid – praksis og kjøreregler		127	Vassdragsforbund for Mjøsa og tilløpselvene – en samarbeidsmodell	
	206	Biostabilitet i drikkevannsnett	B10	Vannkilden som hygienisk barriere		126	Organisering og effektivisering av VA-sektoren. En mulighetsstudie	
	205	Bærekraftig forvaltning av VA-tjenestene	B9	Utvikling av et system for spørreundersøkelser blant VA-kundene		125	Mal for forenklet VA-norm	
	204	Åpne flomveger i bebygde områder	C6	I veien for hverandre – Samordning av rør og kabler i veigrunnen	124	Nødvendig kompetanse for legging av VA-ledninger. Læreplan for ADK 1		
	203	Fra driftsassistanter til regionale vannassistanter			123	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Veiledning for utarbeidelse av lokale forskrifter (Utgått)		
202	Microbial barrier analysis (MBA) – a guideline			122	Proessen ved utarbeidelse av miljømål for vannforekomster. Erfaringer og råd fra noen kommuner			
2013	201	Anskaffelser i vannbransjen			121	Kjøkkenavfallsvernere for håndtering av matavfall. Erfaringer og vurderinger		
	200	Håndtering av overvann fra urbane veger			120	Strategi for norske vann- og avløpsverk. Rapport fra strategiprosess 2000/2001		
	199	Etablering av gode VA-løsninger i spredt bebyggelse	2007	157	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam. Resultater fra undersøkelsen i 2006/07	2001	119	Omstruktureringer i VA-sektoren i Norge. En kartlegging og sammenstilling
	198	Organiske miljøgifter i norsk avløpsslam – Resultater fra undersøkelsen i 2012/13		156	Veiledning for oljeutskilleranlegg		118	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR- teknikk (Erstattet av 138/04)
	197	Avløpsanlegg Vurdering av risiko for ytre miljø		155	Norm for merking og FDV-dokumentasjon i VA-sektoren		117	VA-juss. Etablering og drift av vann- og avløpsverk sett fra juridisk synsvinkel (Erstattet av 134/03)
	196	Veiledning i tilstandskartlegging og fornyelse av VA-transportsystemer		154	Norm for tagkoding i VA-anlegg		116	Scenarier for VA-sektoren år 2010
	195	Sikkerhet og sårbarhet i driftskontrollsystemer for VA-anlegg	153	Norm for symboler i driftskontrollsystemer for VA-sektoren	115	Pumping av avløpsslam. Pumpe typer, erfaringer og tips		
	B19	Varmepumper i drikkevannsforsyningssystem	152	Veiledning for anskaffelse av driftskontrollsystemer i VA-sektoren	114	Nødvendig kompetanse for drift av vannbehandlingsanlegg. Læreplan for driftsoperatør vann		
B18	Kranvannets kokebok for kommunikasjon	151	Veiledning for vedlikeholdssystemer (FDV)	113	Nødvendig kompetanse for drift av avløpsrenseanlegg. Læreplan for driftsoperatør avløp			
B17	Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren	150	Dataflyt – Klassifisering av avløpsledninger	112	Erfaringer med nye renseløsninger for mindre utslipp			
2012	194	Energiriktig design og prosjektering av avløpsrenseanlegg	B8	Forprosjekt energinettverk i VA-sektoren	2000	111	Eksempel på driftsinstruks for silanlegg. Cap Clara i Molde kommune	
	193	Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem	B7	Sandnesmodellen. Eksempel på system for kommunikasjon og virksomhetsstyring		110	Veileder i konkurranseutsetting. Avtaler for drift og vedlikehold av VA-anlegg	
	192	Veiledning for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken	2006	149		Tilførsel av industrielt avløpsvann til kommunalt nett. Veiledning	109	Resultatindikatorer som styringsverktøy for VA-ledelsen
	191	Rettigheter til uttak av vann til allmenn vannforsyning		148		Veiledning i utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for drikkevann	108	Data for dokumentasjon av VA-sektorens infrastruktur og resultater
	190	Klimatilpasningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer		147		Optimal desinfeksjonspraksis for drikkevann	107	Utslipp fra mindre avløpsanlegg. Teknisk veiledning. Foreløpig utgave
	188	Veiledning for drift av koaguleringsanlegg		146		Bærekraftig vedlikehold. Betraktninger av utvalgte problemstillinger knyttet til langsiktig forvaltning av vannledningsnett	106	Effektiv bruk av driftsinformasjon på renseanlegg/mal for rapportering
	C8	Omdømmeplattform og -strategi	B6	Kommunikasjonsstrategi for NORVAR og norske vann og avløpsverk		105	Sjekkliste plan- og byggeprosess for silanlegg	
	2011	187	Kommunal overtakelse av vannverk organisert som andelslag eller samvirkeforetak	B5		Utslipp fra bilvaskehaller	104	Nordisk konferanse om nitrogenfjerning og biologisk fosforfjerning 1999
186		Veiledning i omorganisering av andelsvannverk til samvirkeforetak	B4	Vannkvalitet i ledningsnett – Problemoversikt og status. Forprosjekt.	103	Returstrømmer i renseanlegg. Karakterisering og håndtering		
185		Fett i avløpsnett. Kartlegging og tiltaksforslag	B3	Kvalitetshveving av nye VA-ledningsanlegg. Kartlegging og tiltaksforslag	102	Oppsummering av resultater og erfaringer fra forsøk og drift av nitrogenfjerning ved norske avløpsrenseanlegg		
184		Tilsyn med utslipp fra avløpsanlegg innen kommunens myndighetsområde	C5	Økt sikkerhet og beredskap i vannforsyningen – veiledning	101	Status og strategi for VA-opplæringen		
183		Veiledning om regulering av VA-tjenester til næringsmiddelindustri	C4	Effekter av bruk av matavfallsvernere på ledningsnett, renseanlegg og avfallsbehandling	100	Kvalitet, service og pris på kommunale vann- og avløpstjenester		
182		Prøvetaking av avløpsvann og slam	2005	145	Inspeksjonsmanual for avløpssystemer. Del 1 – Ledninger	1999	99	Veiledning i dokumentasjon av utslipp
181		Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng		144	Veiledning i overvannshåndtering (Erstattet av 162/08)		98	Kvalitetssystemer for VA-ledninger. Mal for prosessen for å komme fram til kvalitetssystem som tilfredsstiller kravene i revidert plan- og bygningslov
180		Fjernavlesning av vannmålere		143	Kartlegging av mulig helserisiko for abonnenter berørt av trykkløst vannledning ved arbeid på ledningsnettet		97	Slamforbråning (VA-forsk 1999-11). (Samarbeidsprosjekt med VAV)
179	Veiledning i utarbeidelse av kommunale gebyrforskrifter for vann og avløp	142		NORVARs benchmarkingsprosjekt 2004 Presentasjon av målesystem og resultater for 2003 ed analyse av datamaterialet	96		Rist- og silgods - karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger	
2010	B16	Veiledning for kartlegging av energibruk i VA-sektoren	B2	PressurePuls for deteksjon av lekkasje på vannledninger.	95	Veileder for valg av riktige sensorer og måleutstyr i VA-teknikken (Erstattet av 192/12)		
	B15	Vannforskriftens økonomiske konsekvenser for kommunesektoren og avløpsanleggene	C3	Samarbeid om økt bruk av avløpsslam på grøntarealer	94	Nettverksamarbeid mellom NORVAR, driftsassistanter og kommuner		
	C7	Forvaltningspraksis ved norsk damsikkerhet	2004	141	Trenger Norge en VA-lov? Drøfting av behovet for en egen sektorlov for vann og avløp			
	178	Grunnundersøkelser for infiltrasjon – mindre avløpsanlegg		140	NORVARs videre arbeid med slam. Strategisk plan for prosjektvirksomhet, informasjon og kommunikasjon. Forprosjekt			
	177	Drikkevannskvalitet og kommende utfordringer – problemoversikt og status		139	Erfaringar med kløring og UV-stråling av drikkevatt			
	176	Statlige gebyrer og avgifter på de kommunale VAR-tjenestene		138	Veiledning for kontrahering av rådgivnings- og prosjekteringstjenester innen VAR-teknikk. Revidert utgave			
	175	Vann og avløp for nye i bransjen – læreplan. E-læring og samlinger	137	Veiledning i bygging og drift av drikkevannsbasseng (Erstattet av 181/2011)				
	174	Hygienisering av avløpsslam. Langtidslagring og enkel rankekompostering. Resultater fra 3 års valideringstesting	136	Hygienisk barrierer og kritiske punkter i vannforsyningen: Hva har gått galt?				
173	Veiledning for bruk av støpejernsrør	135	Vannledningsrør i Norge. Historisk utvikling. 26 dimensjonstabeller					
2009	B14	Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren – forprosjekt						
	B13	Silslam – mengder, behandlingsløsninger og bruksområder. Forprosjekt.						
	172	Trykktap i avløpsnett						
	171	Erfaringer med lekkasjekontroll						
	170	Veileder til god desinfeksjonspraksis						
	169	Optimal desinfeksjonspraksis fase 2						



Norsk Vann BA, Vangsvegen 143, 2321 Hamar
Tlf: 62 55 30 30 E-post: post@norsk vann.no
www.norsk vann.no