



NORSKE TAPPEVANNSLØSNINGER:

En komparativ analyse av skjulte sanitærinstallasjoner i Norge og Tyskland

Hovedprosjekt

Utarbeidet av:

Marius J. Hansen, Ole Magnus Røsholm og Kai Skoglund

Veiledere:

Trond Erik Fugleberg og Øyvind Norland

Fagskolen Innlandet

Mai, 2025

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling	5
1.2 Problemstilling	6
1.3 Nåsituasjonen	6
1.4 Målgruppe	7
1.5 Målet med oppgaven	7
1.6 Begrensinger i vår oppgave	7
1.7 Begrepsavklaringer og definisjon av sentrale begrep	7
1.8 Struktur i vår oppgave	9
2 Teoretisk forankring	10
2.1 Utvikling gjennom tidene	10
2.2 Norske standarder, lover og regler	11
2.3 Tyske standarder, lover og regler	13
2.4 Skjulte systemløsninger i Norge	15
2.5 Skjulte systemløsninger i Tyskland	23
2.6 Sjaktløsninger og varmesmitteproblematikk i Norge og Tyskland	28
3 Metode	31
3.1 Valg av metode	31
3.2 Hva vi ønsket å belyse	31
3.3 Begrensninger ved metoden	32
3.4 Gjennomføring	33
4 Resultater	34
4.1 Sammenstilling av intervjuer om norske sanitærinstallasjoner for tappevann	34
4.2 Fundamentale forskjeller mellom Norge og Tyskland	37
5 Drøfting	39
5.1 Drøfting av problemstillinger og funn	39
5.2 Fundamentale forskjeller i tilnærming, vannskadesikring mot vannkvalitet	39
5.3 Regulatorisk rammeverk, funksjonskrav mot praktisk tolkning	40
5.4 Funksjonskrav, ansvars plassering og systemiske utfordringer	41
5.5 Rapporten identifiserer flere tekniske utfordringer ved rør-i-rør-systemene	43
5.6 Temperaturkontroll og legionellrisiko	43
5.7 Kompleksitet i større bygg	43
5.8 Økonomiske og miljømessige implikasjoner	43

5.9	Mangel på sammenlignbar statistikk og forskningsgrunnlag	44
5.10	Fremtidsperspektiver og potensielle endringer	45
6	Konklusjon.....	46
6.1	Svar på problemstillingen.....	46
6.2	Ettertanke og veien videre	47
7	Referanser	50

Forord

Dette hovedprosjektet representerer avslutningen på vår KEM-ingeniørutdannelse ved Fagskolen Innlandet. Rapporten er resultatet av vårt hovedprosjekt gjennomført vårsemesteret 2025 som en obligatorisk del av studiet.

Vi har valgt å undersøke norske og tyske tappevannsinstallasjoner gjennom en komparativ analyse, med særlig fokus på de tekniske og regulatoriske forskjellene mellom landene. Temaet ble valgt basert på vår felles interesse for sanitærteknikk og en faglig nysgjerrighet rundt hvorfor norske og tyske installasjonsmetoder skiller seg fra hverandre.

Prosjektgruppen består av Marius J. Hansen, Ole Magnus Røsholm og Kai Skoglund, som alle har bakgrunn som rørleggere med flere års praksis i bransjen. Vår praktiske erfaring har gitt oss verdifull innsikt i problemstillingene vi utforsker, samtidig som vår tekniske utdanning har gitt oss et teoretisk fundament for å analysere forskjellene.

Innhenting av informasjon og planlegging av oppgaven har pågått fra januar 2024. Det skrive tekniske arbeidet ble gjennomført over en periode på fem måneder fra januar til mai 2025, med ukentlige arbeidsmøter og jevnlig veiledningssituasjoner. I tillegg til gjennomgang av faglitteratur og dokumenter, har vi gjennomført informasjonsinnhenting og intervjuer med fagpersoner fra ulike deler av bransjen og myndighetsorganer.

Rapporten retter seg primært mot fagpersoner innen VVS-sektoren, samt leverandører, fagmyndigheter og andre med grunnleggende kjennskap til VVS-tekniske løsninger. Den kan imidlertid også være av interesse for studenter, forskere og beslutningstakere som ønsker å forstå forskjellene mellom norsk og tysk praksis innen sanitærinstallasjoner.

I arbeidet med denne rapporten har vi benyttet KI-modell Anthropic Claude for språklig kvalitetssikring, oversettelse av tysk faglitteratur og spesielle faguttrykk. Dette verktøyet har effektivisert arbeidet med oversettelser av tekniske termer og bidratt til språklig presisjon i dokumentet.

Vi ønsker å takke våre veiledere Trond Erik Fugleberg og Øyvind Norland for konstruktiv og verdifull oppfølging gjennom prosjektperioden. En spesiell takk rettes også til representantene fra SINTEF, Direktoratet for byggkvalitet, Fagrådet for våtrom og Tryg Forsikring som velvillig stilte opp til intervjuer og delte av sin ekspertise. Vi vil også takke leverandørene som har bidratt med faglig og teknisk informasjon om deres produkter og løsninger.

Fagskolen Innlandet 6. mai 2025

Marius J. Hansen

Ole Magnus Røsholm

Kai Skoglund

Sammendrag

Prosjektrapporten presenterer en komparativ analyse av sanitærinstallasjoner for tappevann i Norge og Tyskland. Gjennom systematisk sammenligning av tekniske løsninger, regulatoriske rammeverk og installasjonsmetoder, avdekker vi fundamentale forskjeller i tilnærmingen til tappevannsinstallasjoner. Mens Norge prioriterer vannskadesikring og utskiftbarhet gjennom rør-i-rør-systemer, fokuserer Tyskland på vannkvalitet og hygiene med ringledningssystemer og pressfittings.

Vår metodikk kombinerer intervjuer med sentrale aktører i bransjen, teknisk dokumentasjon, og analyse av gjeldende forskrifter i begge land. Studien avdekker at forskjellene ikke primært skyldes tekniske nødvendigheter, men heller ulike prioriteringer i regelverk og bransjepraksis. Intervjuene tyder på at norske krav til utskiftbarhet kan være for konservative i lys av nyere materialer og teknologi, og at bransjen er åpen for å revurdere dagens praksis. Rapporten konkluderer med at en mer balansert tilnærming som vektlegger både vannskadesikring, vannkvalitet og ressurseffektivitet kan gi betydelige tekniske, økonomiske og miljømessige fordeler.

1 Innledning

En komparativ analyse av skjulte sanitærinstallasjoner i Norge og Tyskland er vårt bidrag til den fagtekniske debatten innen VVS-sektoren. Denne undersøkelsen tar sikte på å belyse både den historiske utviklingen, tekniske forskjeller og kulturelle dimensjoner som har formet dagens praksis i Norge og Tyskland. Gjennom systematisk dokumentasjon og analyse avdekker vi hvordan regulatoriske rammeverk, byggetradisjoner og faglige prioriteringer har resultert i fundamentalt ulike tilnærminger til tappevannsinstallasjoner.

1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling

Denne rapporten undersøker forskjeller mellom norske og tyske tappevannsinstallasjoner med fokus på tekniske løsninger og deres bruk i ulike bygningskonstruksjoner. Under informasjonsinnhentingene kontaktet Kai Skoglund, en leverandør for å undersøke en teknisk problemstilling. Denne henvendelsen utviklet seg til en verdifull diskusjon om legionellaproblematikk og tilhørende utfordringer i tappevannsystemer. I løpet av denne prosessen etablerte Skoglund også kontakt med en kjent fagperson innen det norske VVS-miljøet, som ønsker å forbli anonym, men som bidro med betydelig innsikt i feltet.

Gjennom disse samtalene ble gruppen oppmerksom på fundamentale forskjeller i hvordan røranlegg konstrueres i Norge sammenlignet med andre europeiske land. Spesielt interessant er den tyske praksisen med å bygge rørsystemer med særlig vekt på vannkvalitet, som skjulte installasjoner i vegger. Systemene bruker ringledninger eller automatisk gjennomspyling for kontinuerlig vannsirkulasjon, noe som reduserer risikoen for stillestående vann og mikrobiell vekst.

Den anonyme fagpersonen fremhevet spesielt et rørsystem fra produsenten Viega som et relevant eksempel på løsninger som er utbredt i Europa, men som ikke benyttes til skjulte installasjoner i Norge på grunn av spesifikke krav hjemlet i Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK). Etter videre undersøkelser med Viega besluttet gruppen å analysere årsakene til at VVS-systemer som er standard i Sentral-Europa ikke implementeres i norsk byggepraksis.

Denne komparative analysen fokuserer særlig på tekniske løsninger som ikke er kompatible med konvensjonelle rør-i-rør systemer som dominerer i Norge. Dette inkluderer såkalte loop-systemer for tappevann og løsninger på problemer knyttet til varmesmitte i sjakter og fordelingsskap. Gruppens innledende kartlegging viser at pressfittings og lignende systemer anvendes i hele Europa for både skjulte og åpne installasjoner, og at de fleste større leverandører tilbyr varianter av disse grunnleggende løsningene, men med ulik grad av automatisering.

Gjennom denne rapporten vil vi presentere en systematisk sammenligning av prinsippet for disse systemene, med særlig vekt på deres tekniske egenskaper, installasjonskrav, og langsiktige ytelse. Samt en vurdering ut fra et større samfunnsperspektiv og bærekraftighet. Målet er å identifisere potensielle forbedringsmuligheter i norsk VVS-praksis og vurdere hvorvidt regulatoriske endringer kan være hensiktsmessige for å fremme innovasjon, forbedret vannkvalitet og bærekraft i norske bygninger.

1.2 Problemstilling

Hvilke forskjeller eksisterer mellom norske og tyske tappevannsinstallasjoner, med særlig fokus på tekniske løsninger, regulatoriske rammeverk og underliggende prioriteringer?

Denne rapporten tar på seg å analysere hvordan norske rør-i-rør-systemer skiller seg fra tysk installasjonsmetode og vurderer hvilke konsekvenser disse forskjellene har for vannskadesikring, vannkvalitet, monteringspraksis og ressurseffektivitet. Videre undersøker rapporten hvordan det norske regelverket og etablert bransjepraksis påvirker innovasjon og implementering av alternative tekniske løsninger i sanitærbransjen.

1.3 Nåsituasjonen

I Norge har vi i dag særegne krav til sikring mot vannlekkasjer som skiller seg fra det vi ser i andre europeiske land. Byggeforskriften TEK17 stiller krav om at skjulte rør skal kunne skiftes ut, at lekkasjer skal bli synlige, og at omkringliggende bygningsdeler skal beskyttes. Selv om forskriften egentlig er åpen for ulike løsninger, har det i praksis blitt slik at rør-i-rør-systemer har blitt den vanligste måten å utføre vanninstallasjoner på.

Løsninger som er helt vanlige i Tyskland for skjulte rør og ringledningssystemer som fokuserer på god vannkvalitet blir sjelden eller aldri brukt i Norge. De fleste som jobber med prosjektering av sanitæranlegg tenker nesten automatisk på rør-i-rør når de skal oppfylle forskriftskravene.

Denne praksisen har utviklet seg over tid, mye på grunn av dårlige erfaringer med innebygde kobberrør på 1970-tallet som førte til mange vannskader. Både forsikringsselskaper og fagmiljøer har gjennom årene pekt på rør-i-rør som en trygg løsning, noe som har bidratt til at denne måten å bygge på har blitt så dominerende.

En utfordring er at de som planlegger byggeprosjekter må garantere at løsningene de velger oppfyller forskriftskravene. Uten tydelige signaler fra myndighetene om hvordan alternative metoder kan fungere like bra, velger mange det trygge og kjente - altså rør-i-rør.

Tallene for vannskader i Norge er fortsatt høye. Ifølge forsikringsbransjen utgjør vannskader en stor del av skadeutbetalingene, men statistikken gir ikke et godt nok bilde av nøyaktig hvilke typer installasjoner som oftest er involvert i skadene.

Vi ser også at det kan være praktiske utfordringer med rør-i-rør i større bygninger med kompliserte rørsystemer. Det finnes dessuten lite dokumentasjon på hvordan disse systemene fungerer med tanke på vannkvalitet sammenlignet med andre løsninger.

I denne rapporten undersøker vi derfor om dagens praksis skyldes at rør-i-rør faktisk er den beste løsningen, eller om det kan være at bransjen har gått seg fast i gamle spor som gjør det vanskelig å ta i bruk nyere løsninger som kanskje kunne gi bedre vannkvalitet eller vært mer miljøvennlige. Ved å sammenligne norske og tyske måter å installere vannrør på, prøver vi å finne svar på dette spørsmålet.

Vi vurderer hypotesen om at den norske VVS-bransjen har blitt «låst» til rør-i-rør systemer. Dette basert på en etablert oppfatning om at vannskader primært oppstår fra skader og installasjonsfeil ved bruk av andre systemer enn rør-i-rør og utilstrekkelig bortledning av vann ved lekkasjer. Denne oppfatningen har over tid blitt forsterket av forsikringsbransjen, Sintef og relevante

interesseorganisasjoner, noe som har resultert i at en rekke produkter og tekniske løsninger som er vanlige i Tyskland, ikke har fått fotfeste i det norske markedet.

1.4 Målgruppe

Rapporten er fortrinnsvis myntet på fagpersoner innenfor VVS, samt leverandører, fagmyndigheter og andre med grunnleggende kjennskap til VVS tekniske løsninger og begreper. Den kan allikevel leses og forstås av andre med teknisk innsikt og som kontekstuekt kan utlede hva den handler om.

1.5 Målet med oppgaven

Hovedmålet med denne oppgaven er å gjennomføre en systematisk komparativ analyse av norske og tyske sanitærinstallasjoner, med særlig fokus på å identifisere og dokumentere vesentlige systemforskjeller i tekniske løsninger, materialer og installasjonsmetoder. Vi vil undersøke hvordan ulike tilnærminger til vannforsyning og kvaliteten på vannet utfolder seg i de to landene, og hvilke praktiske konsekvenser disse forskjellene medfører for prosjektering, installasjon og vedlikehold av sanitæranlegg.

Et sentralt aspekt ved oppgaven er også å analysere det regulatoriske rammeverket som styrer sanitærbransjen i Norge og Tyskland. Dette innebærer en grundig gjennomgang av gjeldende lover, forskrifter, standarder og tekniske retningslinjer i begge land, med sikte på å avdekke hvordan ulike regulatoriske tilnærminger påvirker bransjepraksis. Særlig vil vi vektlegge hvordan forskjeller i krav til materialer, dimensjonering, sikkerhet, hygiene og miljøhensyn reflekteres i regelverket, og hvilke implikasjoner dette har for fagutøvelse, kvalitetssikring og innovasjon innen sanitærbransjen i de respektive landene.

1.6 Begrensinger i vår oppgave

Oppgaven begrenser seg til å utforske regelverket for trykksatte systemer for tappevann som direkte brukes til hygieneformål, drikkevann eller matlaging for mennesker. For å begrense omfanget er det gjort avgrensninger i henvisningene til det omfattende regelverket som omhandler sanitærinstallasjoner. Det forutsettes derfor en viss grad av forhåndskunnskap hos leseren, og det vil primært henvises til sentrale forskrifter, normer og standarder - ikke nødvendigvis til overordnet lovverk eller alt regelverk som er relevant for vannkvalitet eller tilgrensende områder. Oppgaven fokuserer spesifikt på komparative aspekter mellom norske og tyske krav og løsninger, med særlig vekt på tekniske installasjoner og hygieniske forhold.

1.7 Begrepsavklaringer og definisjon av sentrale begrep

Rør-i-Rør system: Et system bestående av et indre rør som frakter vannet, og et ytre rør som fungerer som beskyttelsesrør. Det ytre røret leder eventuelt lekkasjevann fra indre rør til et synlig punkt.

Kapillærsikker: En løsning som forhindrer at vann kan trenge inn i omgivelsene via kapillærkrefter – altså den lille, nesten usynlige bevegelsen av vann som kan "suges" gjennom små sprekker, skjøter eller porøse materialer.

Stagnasjon: Tilstand der vann blir stående uten bevegelse i en del av rørsystemet over tid – altså, det skjer ingen sirkulasjon eller tapping, noe som kan øke risiko for bakterievekst.

Ringledning (Ringleitung): Et rørsystem der rørene går i en "sløyfe" eller ring rundt bygget eller et område, slik at vannet kan strømme fra flere retninger, gir redusert stagnasjon.

Coaxial i VVS: System hvor ett rør går inni et annet rør, med samme akse. Det indre røret fører varmtvann ut til tappested (tur) og det ytre røret fører varmtvann tilbake som sirkulasjon (retur). Gir fordeler som energieffektivitet, raskt varmtvann uten ventetid og er plassbesparende.

Hydraulisk balansering: Prosess for å justere vannstrømmen i ulike grener av rørsystemet slik at alle tappepunkter får tilstrekkelig og lik mengde vann, temperaturen holder seg stabil, og man unngår stagnasjon og varme-/temperaturtap i enkelte rørstrekk.

Pressfittings: Koblinger som monteres ved å presse dem sammen med spesialverktøy, skaper en permanent forbindelse uten behov for tetningselementer. Vanlig i tyske installasjoner.

PEX-rør: Kryssbundet polyetylen, et termoplastisk materiale brukt som innerrør i rør-i-rør systemer på grunn av sin fleksibilitet, styrke og bestandighet mot ulike vannkvaliteter.

Flerlagsrør (Alupex): Rør som kombinerer lag av både plast og metall (typisk aluminium), gir dimensjonsstabilitet, redusert termisk ekspansjon og korrosjonsbestandighet.

Spikeravvisere: Beskyttelseskomponenter i herdet stål som beskytter skjulte vannrør mot gjennomhulling ved spikring eller boring.

Fordelerskap: Sentralisert koblingspunkt hvor fordelingen av rør samles. I rør-i-rør systemer inneholder skapet avstengingsventiler og må ha vanntett bunn med dreneringsmulighet. I tyske systemer kan fordelerskapene være utformet for ringledningssystemer med hydraulisk balansering. Tilsvarende skap brukes også i vannbårne varmesystemer.

Veggboks: Komponent i rør-i-rør system som skaper en vanntett gjennomføring i vegg og fungerer som solid forankringspunkt for tappevannsrør.

Lekkasjestopper: Elektronisk sikkerhetssystem som detekterer fuktighet og stenger vanntilførselen automatisk ved lekkasje.

Seriekobling (Reihenleitung): System hvor tappepunkter kobles i serie med T-stykker, muliggjør vannsirkulasjon gjennom systemet.

Stjernekoblingsprinsipp: Distribusjonssystem hvor hvert tappepunkt forsynes med dedikerte tilførselsledninger fra en sentral fordeler, vanlig i norske installasjoner.

Wirkdreieck (virkningstrekanter): Tysk konsept for vannhygiene basert på tre faktorer: vannutskiftning, temperaturkontroll og strømningsoptimering.

ZVSHK (Zentralverband Sanitär Heizung Klima): Den tyske bransjeorganisasjonen for sanitær-, varme- og klimateknikk som utvikler tekniske retningslinjer og standarder for utførelse av sanitærinstallasjoner.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW): er en tysk teknisk-vitenskapelig forening som fokuserer på gass- og vannforsyning. DVGW utvikler tekniske regler og standarder, gjennomfører sertifiseringer, driver med forskning og utvikling, og tilbyr opplæring for fagfolk i bransjen.

Deutsches Institut für Normung (DIN): er Tysklands nasjonale standardiseringsorganisasjon. DIN er ansvarlig for utvikling, publisering og forvaltning av tekniske standarder og normer for et bredt spekter av produkter, tjenester og prosesser på tvers av alle bransjer i Tyskland.

Verein Deutscher Ingenieure (VDI): er Tysklands eldste og største ingeniørforening. Som en uavhengig, ikke-statlig organisasjon representerer VDI over 150 000 ingeniører og teknologer fra alle fagområder. Foreningen fungerer som et kompetansenettverk for teknisk kunnskap, utvikler tekniske retningslinjer og standarder, og fremmer innovasjon, utdanning og teknologioverføring i industrien.

1.8 Struktur i vår oppgave

Rapporten er strukturert for å systematisk belyse problemstillingen og følger Fagskolen Innlandets mal for prosjektrapporter. Innledningen presenterer bakgrunn, problemstilling, nåsituasjonen, målet med oppgaven og nødvendige begrensninger.

Hoveddelens teoretiske forankring redegjør for sanitærinstallasjonenes historiske utvikling, samt norske og tyske standarder, lover og regler som er relevante for tematikken. Dette skaper fundamentet for den videre tekniske analysen.

Hoveddelens tekniske analyse fokuserer på distribusjonssystemer og sammenligner skjulte systemløsninger i Norge og Tyskland, med detaljerte beskrivelser av komponenter, teknisk oppbygging og praktiske anvendelser.

Metodedelen redegjør for våre valg av metode, hva vi ønsket å belyse, metodens begrensninger og praktisk gjennomføring. Datainnsamlingen har bestått av intervjuer med relevante faginstanser, dokumentstudier og innhenting av produktinformasjon.

Arbeidsmetodikken har fulgt en systematisk tilnærming med regelmessige prosjektmøter der vi har diskutert og analysert innsamlet data. Vi har gjennomført semi-strukturerte intervjuer med fagpersoner fra SINTEF, DIBK, Fagrådet for våtrom og Tryg Forsikring. Dokumentasjons- og litteraturstudier har vært sentrale for å etablere det faglige grunnlaget for sammenligningen av norske og tyske systemer.

Resultater og funn presenterer våre empiriske funn, med særlig vekt på sammenstillingen av intervjuene om norske sanitærinstallasjoner for tappevann.

Drøftingen analyserer og sammenligner norske og tyske løsninger basert på både teori og innsamlet data, med fokus på teknisk funksjonalitet, lekkasjesikkerhet, vannkvalitet og bærekraft.

Konklusjonen oppsummerer hovedfunnene, besvarer problemstillingen direkte og reflekterer over veien videre for tappevannsløsninger i Norge.

Rapporten avsluttes med fullstendig litteraturliste og relevante vedlegg for å sikre etterprøvbarehet.

2 Teoretisk forankring

Dette kapittelet viser det historiske og regulatoriske grunnlaget for å forstå dagens tappevannsløsninger. Ved å dokumentere utviklingen fra primitive vannforsyningssystemer på 1600-tallet til dagens moderne installasjoner, viser vi hvordan teknisk utvikling, sykdomsutbrudd og endringer i byggemetode har formet dagens praksis. Dette historiske perspektivet er avgjørende for å forstå hvorfor norske løsninger har utviklet seg annerledes enn europeiske, med et særlig fokus på vannskadeforebygging etter problemer på 1970-tallet. Kapittelet gjennomgår systematisk både norske og tyske regelverk, avdekker fundamentale forskjeller i tilnærming og prioriteringer, og legger grunnlaget for å forstå hvorfor rør-i-rør-systemer dominerer i Norge mens Tyskland har utviklet ringledningssystemer med fokus på vannkvalitet. Denne forankringen i regelverk og historie er nødvendig for å kunne evaluere om dagens løsninger fortsatt er optimale, eller om det er på tide med en revurdering av gjeldende praksis.

2.1 Utvikling gjennom tidene

Den sanitærtekniske utviklingen i Norge representerer et viktig kapittel i landets infrastrukturhistorie og folkehelseutvikling. Gjennom flere århundrer har utviklingen gått fra primitive løsninger til avanserte systemer, drevet fram av økt forståelse for sammenhengen mellom sanitære forhold, folkehelse og miljøvern.

De tidlige årene og 1800-tallets urbanisering

Før 1850 var vannforsyningen i Norge hovedsakelig basert på enkle systemer som brønner, bekker og primitive vannforsyningsanlegg med trerør (Ødegaard, 2014). I Christiania (Oslo) ble de første vannledningene anlagt allerede tidlig på 1600-tallet, bestående av trerør med inntak fra Akerselva. Et betydelig teknologisk fremskritt kom i 1860 da byen fikk et nytt vannverk med forsyning fra Maridalsvannet og støpejernsrør som tålte høyere trykk (Norsk Folkemuseum, u.d.)

Midten av 1800-tallet markerte begynnelsen på en omfattende moderniseringsprosess, katalysert av flere sammenfallende samfunnsendringer: innføringen av kommunalt selvstyre (1837), økende industrialisering, og alvorlige sykdomsepidemier som tyfoidfeber og kolera (Ødegaard, 2014). Sunnhetsloven fra 1860 etablerte formelt sammenhengen mellom hygieniske forhold og sykdomsspredning, noe som la grunnlaget for utviklingen av moderne sanitæranlegg.

Tidlige sanitære installasjoner og utfordringer

Det første vannklosettet i Norge ble installert i Christiania omkring 1860, og i 1864 fantes totalt 28 vannklosetter i byen. Interessant nok ble vannklosetter forbudt i 1879 da de forårsaket forurensning og smittespredning fordi kloakken ikke ble rensset. Først med etableringen av kommunale renseanlegg i 1911 ble vannklosetter vanlige i nybygg (Norsk Folkemuseum, u.d.) Dette illustrerer de betydelige utfordringene knyttet til tidlig avløpshåndtering.

Etterkrigstiden: Standardisering og profesjonalisering

Gjenreisningen etter andre verdenskrig ga mulighet for omfattende modernisering av infrastrukturen. "Normalreglementet for sanitæranlegg" fra 1950 standardiserte kravene til installasjoner og etablerte et teoretisk grunnlag for dimensjonering og trykkforhold. Denne perioden var preget av økt profesjonalisering av bransjen med formell utdanning for rørleggere og en mer vitenskapelig tilnærming til fagfeltet.

Miljøbevissthet og teknologisk utvikling (1970-1990)

Først med miljølovgivningen på 1970-tallet, inkludert Lov om vern mot vannforurensning (1970) og opprettelsen av Miljøverndepartementet (1972), begynte en systematisk tilnærming til avløpsrensing å ta form i Norge (Ødegaard, 2014). 1970- og 1980-årene brakte økt miljøbevissthet med fokus på vannsparende armaturer og teknologi. Denne perioden så også en materialrevolusjon, der galvaniserte stålrør gradvis ble erstattet av kobberør og senere plastrør i innvendige tappevannsinstallasjoner.

1990-tallet kjennetegnes av teknologisk modernisering med økende automatisering av vannforsyningsanlegg og større fokus på hygienisk sikkerhet. Prefabrikkerte baderskabiner effektiviserte byggeprosjekter, mens vannskadesikre løsninger som rør-i-rør-systemer reduserte risikoen for kostbare vannskader betydelig (SINTEF, 2017)

Mot vår tid: Energieffektivitet, digitalisering og bærekraft

På 2000-tallet har fokuset på energieffektivitet og vannkvalitet blitt dominerende. Innføringen av TEK10 og senere TEK17 har skjerpet kravene til tappevannsinstallasjonenes energibruk, med særlig vekt på isolasjon av varmtvannsrør og berøringssikkerhet (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017). Legionellaproblematikk har samtidig fått økt oppmerksomhet, med spesifikke krav til temperaturstyring i varmtvannssystemer.

Det er vår oppfatning at i årene frem mot 2025 har digitalisering og klimatilpasning preget utviklingen i sanitærsektoren. Smarthusteknologi med lekkasjesikring, forbruksmåling og vannkvalitetsovervåkning gir sikrere og mer ressurseffektive vanninstallasjoner. Denne teknologiske utviklingen, kombinert med økende bevissthet om vannets betydning som ressurs, peker mot en fremtid der sanitærteknikk blir en stadig viktigere del av bærekraftig infrastruktur.

2.2 Norske standarder, lover og regler

Regelverket for tappevannssystemer i Norge er omfattende og komplekst, bestående av en rekke forskrifter, normer og standarder som griper inn i hverandre. Dette skaper et regulatorisk rammeverk som stiller høye krav til alle involverte parter i byggeprosjekter. Nedenfor følger en systematisk oversikt over sentrale elementer i dette regelverket:

Plan- og bygningsloven (PBL)

Det overordnede lovverket som regulerer byggevirksomhet i Norge. Loven gir hjemmel for tekniske forskrifter som TEK17 og etablerer prinsipper for ansvar i byggeprosjekter. PBL legger grunnlaget for systemet med ansvarlige foretak, der den prosjekterende er ansvarlig for at løsningene oppfyller forskriftskravene (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2008).

Byggteknisk forskrift (TEK17)

Forskrift som angir funksjonskrav til byggverk, inkludert detaljerte bestemmelser om vanninstallasjoner. I sammenheng med denne rapportens hovedtematikk er flere paragrafer særlig relevante:

§ 13-15. Våtrom og rom med vanninstallasjoner: Stiller krav om at rom skal ha sluk og vanntett gulv med mindre vannmengden er ubetydelig. Denne paragrafen bidrar til det norske fokuset på vannskadesikring kontra det europeiske fokuset på vannkvalitet og hygiene som rapporten identifiserer (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017).

§ 13-16. Innebygde installasjoner: Etablerer det fundamentale prinsippet om utskiftbarhet, som krever at installasjoner som bygges inn skal være lett tilgjengelige for inspeksjon, utskifting og

vedlikehold, samt at lekkasjer skal være synlige og ikke føre til skade. Det er nettopp tolkningen av denne paragrafen som har ført til den utbredte bruken av rør-i-rør-systemer i Norge, siden disse oppfattes som den sikreste måten å oppfylle kravet om utskiftbarhet og lekkasjesikring (Direktoratet for Byggkvalitet, 2015)

§ 15-5. Innvendig vanninstallasjon: Setter flere viktige krav, inkludert at installasjonen skal ivareta god helse, gi tilstrekkelig vannkvalitet, hindre tilbakestrømning, ha tilstrekkelig tetthet mot lekkasje, og at lekkasjer skal være synlige og ikke føre til skade. Punkt 4 og 5 overlapper med § 13-16 og forsterker kravet om lekkasjesikring, mens punkt 1, 2 og 3 omhandler vannkvalitet, noe som i teorien burde sidestille vannkvalitet med vannskadesikring (Direktoratet for Byggkvalitet, 2015)

§ 15-6. Innvendig avløpsinstallasjon: Selv om denne paragrafen primært omhandler avløp, er den relevant for helhetlig forståelse av sanitærinstallasjoner. Den stiller krav om at avløpsinstallasjoner skal sikres mot lekkasje, ha tilstrekkelig fall, nødvendige rens punkter og at byggematerialer skal tåle kjemiske påvirkninger (Direktoratet for Byggkvalitet, 2015)

§ 15-8. Generelle krav til varme- og kuldeinstallasjon: Denne paragrafen har indirekte betydning for tappevannsinstallasjoner, spesielt i kontekst av legionellaproblematikken og temperaturkontroll som rapporten diskuterer. Den stiller krav om at installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår fare for brann eller eksplosjon, sikres mot lekkasje og tilrettelegges for effektiv drift (Direktoratet for Byggkvalitet, 2015)

Drikkevannsforskriften

Forskrift som stiller omfattende krav til vannkvalitet og vannforsyning for å sikre helsemessig trygt drikkevann. Forskriften legger hovedansvaret på vannverkseieren, som må implementere nødvendige hygieniske barrierer, gjennomføre regelmessig prøvetaking og etablere internkontrollsystemer (Helse- og omsorgsdepartementet, 2016)

Standard abonnementsvilkår for vann og avløp

Består av administrative og tekniske bestemmelser som regulerer forholdet mellom abonnenten og kommunen som vannleverandør. De tekniske bestemmelsene er særlig relevante for rapportens hovedtematikk, da de stiller detaljerte krav til utførelse og materialer ved etablering av sanitærinstallasjoner (Kommuneforlaget, 2017)

Rørhåndboka

Faglig veiledning for prosjektering og utførelse av sanitærinstallasjoner, utgitt av bransjeorganisasjonen Rørnorge. Inneholder praktiske anvisninger, tekniske løsninger og fortolkninger av forskriftskrav for rørleggerfaget (RørNorge, 2025)

Byggebransjens våtromsnorm (BVN)

Standard som stiller krav til utførelse av våtrom for å sikre vannskadesikre konstruksjoner. Normen gir detaljerte anvisninger for hvordan vanninstallasjoner skal integreres med membransystemer for å sikre vanntetthet (SINTEF Byggforsk, 2025)

SINTEF Byggforskserien

Tekniske anvisninger og veiledninger som i praksis fungerer som bransjestandard for byggetekniske løsninger i Norge. For tappevannsinstallasjoner er Byggetekniske 553.117 særlig sentral (SINTEF Byggforsk)

VASK-statistikk

Statistikk over vannskader i norske bygninger, som brukes til å kartlegge årsaker og omfang av skader. Intervjuobjektene i rapporten påpeker imidlertid at statistikken ikke er tilstrekkelig oppdatert (Finans Norge, 2024)

Normalreglementet for sanitæranlegg

Historisk regelverk fra 1950-tallet, forløperen til Standard abonnementsvilkår for vann og avløp. Implementerte standardiserte krav til sanitærinstallasjoner og etablerte teoretisk grunnlag for dimensjonering og trykkforhold (Kommunenes Sentralforbund (KS), 1950)

NS-EN 806-serien

Europeiske standarder som er implementert i Norge og gir spesifikasjoner for prosjektering, installasjon og drift av drikkevannsinstallasjoner i bygninger (Standard Norge, 2018).

En helhetlig forståelse av dette regelverket er avgjørende for å sikre trygge og funksjonelle tappevannsystemer.

2.3 Tyske standarder, lover og regler

Regelverket for tappevannsystemer i Tyskland er omfattende og systematisk oppbygd med et tydelig fokus på vannkvalitet og hygiene. Tysk regulering kjennetegnes av en helhetlig tilnærming til vanninstallasjoner der beskyttelse og opprettholdelse av drikkevannets kvalitet gjennom hele distribusjonssystemet står sentralt. Dette avsnittet gjennomgår de viktigste standardene og forskriftene som har særlig relevans for sanitærinstallasjoner i Tyskland.

DVGW W 551: Hygiene i drikkevannsinstallasjoner

DVGW W 551 utgjør et sentralt element i reguleringen av vannhygiene i tyske sanitærinstallasjoner. Denne standarden fokuserer spesifikt på forebygging og håndtering av mikrobiologisk forurensning i drikkevannsinstallasjoner, med særlig vekt på bekjempelse av patogene bakterier som *Legionella pneumophila* og *Pseudomonas aeruginosa* (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V, 2004)

Standarden definerer relevante begreper som biofilm, desinfeksjon og vedlikehold, og fastsetter systematiske metoder for identifisering og håndtering av hygieniske avvik. DVGW W 551 etablerer også klare ansvarsområder for operatører av drikkevannsinstallasjoner og prosedyrer for verifikasjon av effektiviteten til gjennomførte tiltak ved mikrobiell.

VDI/DVGW 6023: Hygiene i drikkevannsinstallasjoner

VDI/DVGW 6023 gir omfattende veiledning for planlegging, utførelse, drift og vedlikehold av drikkevannsinstallasjoner. Standarden dekker både faste og mobile installasjoner, og definerer tekniske retningslinjer for å sikre hygienisk drikkevann gjennom hele distribusjonssystemet (Verein Deutscher Ingenieure (VDI/DVGW, 2013).

I seksjon 5.1 fremhever standarden biofilmproblematikk: "*Selv små mengder fordøyelig organisk materiale gjør at biofilmer kan dannes og vokse. Biofilmer kan også fremme veksten av patogener som Legionella, atypiske mykobakterier, pseudomonader og andre heterotrofe bakterier samt encellede organismer som amøber og ciliater*" (VDI/DVGW, 2013).

For å motvirke dette problemet krever standarden at: "*dannelsen av biofilm i drikkevannsforsyningssystemer begrenses gjennom planlegging, drift og vedlikehold, og følgende krav følger: unngå overdimensjonering, unngå stillestående drikkevann, frakobling av systemdelene og rør*"

som ikke lenger brukes. Det anbefales dekonstruksjon av systemdeler og rør som ikke brukes lenger. Hydraulisk balansering av sirkulasjonssystemet" (VDI/DVGW, 2013).

Ett av de mest sentrale kravene i VDI/DVGW 6023 er 72-timersregelen: *"Planleggingen må baseres på antakelsen om spesifisert normal drift der vann er sikker på å bli skiftet på ethvert punkt i drikkevannsforsyningssystemet innen 72 timer ved hjelp av tapping"* (VDI/DVGW, 2013). Dette kravet står i kontrast til norske forskrifter som ikke spesifiserer tilsvarende krav til regelmessig vannutskiftning.

DIN 1988-serie: Dimensjonering av rørledninger i drikkevannsinstallasjoner

DIN 1988-serien gir detaljerte retningslinjer for dimensjonering av rørledninger i drikkevannsinstallasjoner. Denne standardserien fokuserer på hydraulisk dimensjonering med hensyn til vannforbruk, trykkforhold og rørmaterialer (Deutsches Institut für Normung (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2012).

DIN 1988-300 definerer systematiske beregningsprinsipper som tar hensyn til samtidighetsfaktorer, trykkfallsberegninger og maksimale vannhastigheter. Standarden spesifiserer maksimalt anbefalte vannhastigheter på 2,0 m/s for fordelingsledninger og 5,0 m/s for stigeledninger, med lavere verdier (1,0-1,5 m/s) anbefalt for støysensitive områder (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2012).

DVGW Arbeitsblatt W 542 og W 557

DVGW Arbeitsblatt W 542 omfatter retningslinjer for flerlagsrør i drikkevannsinstallasjoner og fremhever fordelene ved materialkombinasjoner: *"Flerlagsrør kombinerer fordelene ved både metall og plast, og eliminerer svakhetene som oppstår ved bruk av kun ett materiale. Dette gir optimal dimensjonsstabilitet, redusert termisk ekspansjon, korrosjonsbestandighet og hygieniske egenskaper"* (DVGW (. V.-u., 2009).

DVGW Arbeitsblatt W 557 fokuserer på driftsovervåking av drikkevannsanlegg og legger vekt på automatiserte systemer for kontinuerlig overvåking av kritiske parametere som temperatur og vannutskiftningsintervaller. Standarden beskriver hvordan sensorer plassert i varme- og kaldtvannsrør kan overvåke systemets tilstand og automatisk utføre forebyggende tiltak ved avvik fra ideelle driftsbetingelser (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), 2020)

DIN 4102-11: Brannsikring

DIN 4102-11 regulerer brannsikring i tyske byggverk og er særlig viktig for rørgjennomføringer i brannklassifiserte bygningsdeler. *"Ved gjennomføringer i brannklassifiserte bygningsdeler må det installeres godkjente branntettingssystemer som oppfyller kravene i Musterbauordnung (MBO) og DIN 4102-11. Dette omfatter bruk av brannmansjetter, brannpakning eller brannspray avhengig av gjennomføringstype og brannklasse"* (Deutsches Institut für Normung (DIN), 1985)

Alle branntettingsløsninger må være testet og godkjent i henhold til tysk bygningsregelverk, med dokumentasjon som bekrefter egnethet for den spesifikke rørdimensjonen og vegg- eller dekkekonstruksjonen.

DIN EN 806-4: Testing og dokumentasjon

DIN EN 806-4 beskriver standardiserte prosedyrer for trykktesting av ferdig installerte systemer: *"Trykktesting skal utføres i henhold til DIN EN 806-4 og ZVSHK «Veileder for tetthetsprøving av drikkevanninstallasjoner.» Testen omfatter visuell inspeksjon, fortrykktesting med 0,15 MPa (1,5 bar) i 30 minutter, hovedtrykktesting med 1,1 ganger maksimalt driftstrykk i minimum 30 minutter, og en utvidet tetthetskontroll over to timer"* (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2010)

EnEV (Energieeinsparverordnung): Isolasjon og kondensforebygging

EnEV regulerer isolasjon av rørsystemer: *"Varmtvannsrør skal isoleres i henhold til EnEV med isolasjonstykkelse som varierer fra 20 mm for rørdimensjoner under 22 mm til 30 mm for større dimensjoner. Kaldtvannsrør skal isoleres med minimum 9 mm isolasjonstykkelse i varme områder for å forhindre kondens og uønsket oppvarming"* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2013)

Isolasjonsmaterialer skal ha en varmeledningsevne på maksimalt 0,035 W/(m·K) og være bestandige mot fuktighet ved bruk på kaldtvannsrør.

Trinkwasserverordnung (Drikkevannsforordningen)

Den tyske drikkevannsforordningen tilsvarer den norske drikkevannsforskriften, men har et mer omfattende fokus på materialvalg i kontakt med drikkevann. Fittings og andre komponenter som benyttes i drikkevannsinstallasjoner må produseres av godkjente materialer, som avsinkningsbestandig messing (CW724R). Alle materialer må være godkjent i henhold til UBA Positivliste for materialer i kontakt med drikkevann (Umweltbundesamt (UBA), 2021).

Dette strenge materialkravet gjenspeiler det tyske prinsippet om at drikkevann er mer enn et næringsmiddel - det er livsnødvendig og må ikke endre sine egenskaper på veien fra husets tilkobling til uttaksstedet.

ZVSHK (Zentralverband Sanitär Heizung Klima)

ZVSHK er den tyske bransjeorganisasjonen for sanitær-, varme- og klimateknikk, tilsvarende Norsk Rørleggerbedrifters Landsforening (NRL) i Norge. Organisasjonen utvikler tekniske retningslinjer og standarder for utførelse av sanitærinstallasjoner.

ZVSHK (2017) definerer pressfittingsystemer som: *"Pressfittingsystemer basert på radiell pressing med definert deformering skaper en permanent mekanisk og termisk stabil forbindelse uten behov for O-ringer eller andre tetningselementer som kan representere hygieniske risikoelementer over tid"* (ZVSHK, 2017), som sitert i (Uponor AS, 2020).

ZVSHK (2020) har også utviklet retningslinjer for optimal rørføring som baseres på *"kortest mulig rørstrekk, minimalt antall koblinger, logisk gruppering av rørstrekk, og strategisk plassering av fordelingsystemer. Dette reduserer materialbruk, installasjonstid, trykkfall og vedlikeholdsbehov"* (ZVSHK, 2020) som sitert i (Uponor AS, 2020).

2.4 Skjulte systemløsninger i Norge

Introduksjon

Rør-i-rør-systemer er en etablert metode for tappevannvanns distribusjon gjennom fordeling- og koblingsledninger i norske bygg, utviklet for å oppfylle tekniske krav til utskiftbarhet og lekkasjesikring. Dette avsnittet presenterer en teknisk analyse av systemets komponenter, prosjekteringsmetodikk og utførelseskrav basert på gjeldende standarder og tekniske anvisninger.

Systemets grunnleggende oppbygging

Et rør-i-rør-system defineres som "et system utviklet for å tilfredsstille funksjonskrav om utskiftbar og vannskadesikker framføring av vannrør i bygninger" (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)(§ 15-5 og § 13-15). Systemet består av vannrør (innerrør) som føres inni beskyttende varerør, med fordelerskap som samlingspunkt og veggbokser ved tappepunkter. Den helhetlige løsningen er tenkt å muliggjøre utskifting av vannrør uten bygningstekniske inngrep og sikrer kontrollert avledning av eventuelt lekkasjevann.

Materialtekniske egenskaper

Varerør

Varerørene, som utgjør systemets ytre beskyttelsessjikt, produseres hovedsakelig av polyetylen (PE). De besitter følgende materialtekniske egenskaper:

"Varerørene må ha en kvalitet som sikrer utskiftingsmulighet for vannrørene og vannskadesikkerhet i bygningens levetid. Varerørene er vanligvis lagd av PE (polyetylen). De har relativt høy trykk- og rivestyrke, men er nokså enkle å kutte med kniv." (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017)

Varerørenes primærfunksjon er å sikre utskiftbarhet av innerrøret og å lede eventuelt lekkasjevann kontrollert til fordelerskap. Til tross for sin styrke er varerørene sårbare for skade ved feilmontering, spesielt ved eksponering for skarpe kanter, krappe bøyer eller uegnede festemetoder.

Vannrør

Innerrørene består typisk av kryssbundet polyetylen (PEX), et termoplastisk materiale med spesifikke egenskaper tilpasset vannforsyning:

"PEX-rørene er lette å bøye og tåler trykk og strekk, men kan være følsomme for skarpe gjenstander. Rørene har god bestandighet mot alle vannkvaliteter, men man bør unngå kontakt med tjære, tynner og oljeprodukter. Rørene må ikke eksponeres for direkte sollys (UV-stråling) over lengre tid, og man må ikke bruke teip utenpå røret." (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017)

PEX-rør har definerte temperatur- og trykkbegrensninger som inkluderer maksimal tillatt kontinuerlig driftstemperatur på 70°C og maksimalt tillatt driftstrykk på 1 MPa (10 bar). Ved kortere perioder kan rørene tåle temperaturer opptil 95°C ved full trykk, samt høyeste tillatte kortvarige temperatur på 110°C ved trykk under 1 MPa. Levetiden for PEX-rør avhenger primært av temperatur- og trykkbelastning, med teoretisk levetid estimert til mer enn 50 år ved varmtvannstemperaturer opptil 70°C i boligapplikasjoner.

Dimensjoneringsmetodikk

Dimensjonering av vannrør i et rør-i-rør-system baseres på flere faktorer som inkluderer normalvannmengde til sanitærutstyr, samtidighet i bruk, framtidig endring i bruksmønster, utskiftbarhet for innerrør, ventetid på varmtvann, samt støynivåer og trykkstøtproblematikk.

SINTEF Byggforsk (2019) presenterer en forenklet dimensjoneringsstabell for innerrør fra fordelerskap til tappersteder (Tabell 3.1, s. 14), som oppsummeres her:

Tabell 3.1

Anbefalt utvendig rørdimensjon for innerrør fra fordelerskap og fram til sanitærutstyr

Sanitærutstyr	Normal vannmengde l/s	Anbefalt utvendig rørdimensjon for innerrør mm			
		12	15	16	18
Klosettsisterne	0,10	x	x	x	-
Vannbe- sparende tappearmatur	0,10	x	x	x	-
Servantarmatur	0,20	-	x	x	-
Kjøkkenarmatur	0,20	-	x	x	-
Dusjarmatur	0,20	-	x	x	-
Vaske- og oppvaskmaskin	0,20	-	x	x	-
Badekars- armatur	0,30	-	x ¹⁾	x ¹⁾	x
"Regndusjer"	0,30-0,40	-	-	-	x
Utekran	0,40	-	-	-	x

¹⁾ Rørlengde > 5 meter bør kontrolleres med hensyn til kapasitet.

Figur 1: Viser dimensjonering av utvendig dimensjon. (SINTEF Byggforsk)

Denne forenklingen forutsetter et tilgjengelig vanntrykk på minimum 5 bar ved fordelerstokken. Ved rørlengder over 5 meter med dimensjon 15 eller 16 mm bør kapasiteten særskilt kontrolleres for tappesteder med normalvannmengde 0,30 l/s og høyere.

Utskiftbarhetshensyn ved dimensjonering

Utskiftbarheten til PEX-rør påvirkes signifikant av rørdimensjon:

"PEX-rør med diameter på 18 mm eller mer er vanskeligere å skifte ut via varerør enn rør av mindre dimensjoner. PEX-rør er forholdsvis stive og lite fleksible når diameteren overstiger 18 mm." (Byggforskserien)

Føringer fra SINTEF Byggforsk (2019) vedrørende utskiftbarhet inkluderer begrensninger for ulike rørdimensjoner. For rør med dimensjon 12, 15 og 16 mm tillates maksimalt 10 meter rørlengde med inntil tre rørbøyer pluss veggboкс. Større rørdimensjoner som 18 mm og oppover bør begrenses til maksimalt to rørbøyer. Generelt bør bøyeradius aldri være mindre enn 5 ganger varerørets utvendige diameter for å sikre tilstrekkelig utskiftbarhet.

Rørføring og trasé-planlegging

Generelle prinsipper for trasé-planlegging

Ved planlegging av rørtraseer skal flere faktorer tas hensyn til, herunder akustiske forhold med fokus på å unngå rør i vegger mot soverom, frostrisiko med særlig betydning for rør i ytterkonstruksjoner, utskiftbarhetshensyn som tilsier minimering av rørlengder og antall retningsendringer, lekkasjesikkerhetshensyn som krever kontrollert avledning av eventuelt lekkasjevann, samt brannsikkerhetshensyn ved gjennomføringer i brannklassifiserte konstruksjoner.

Den anbefalte tilnærmingen er å føre rørene i etasjeskiller og deretter opp/ned til tilkoblingspunktene:

"Vanligvis er det en fordel å føre rørene i etasjeskiller (gulv eller himling) og deretter opp eller ned til tilkoblingspunktene for sanitærutstyr." (SINTEF Byggforsk), s. 5.

Rørføring fram til fordelerskap

Rørføringen fram til fordelerskap varierer basert på bygningstype. I eneboliger med sentraliserte våtrom er ett fordelerskap ofte tilstrekkelig, mens større bygg eller bygninger med spredte våtrom kan kreve flere fordelerskap. I boligblokker anbefales sjaktføring med fordelerskap i hver leilighet:

"I boligblokker er det fordelaktig å legge rør i rør fra sjakt til fordelerskap i hver leilighet eller teknisk rom. Sjakta må ha atkomst fra hver etasje, samt lekkasjestopper eller sluk." (SINTEF Byggforsk), s. 3.

Frostbeskyttelse

Frostbeskyttelse er kritisk i klimatiske forhold som i Norge:

"På grunn av frostfare bør man unngå å legge vannrør i ytterkonstruksjonen. Dersom man unntaksvis er nødt til å legge vannrør i yttervegg, må røret plasseres på innsiden av varmeisolasjonen og eventuell dampsperre, godt beskyttet mot kald trekk." (SINTEF Byggforsk), 26.

Innstøping

Ved innstøping av varerør i betongkonstruksjoner kreves spesifikke forholdsregler:

"Innstøping av varerørene gir rørene stabilitet, beskyttelse og et godt utgangspunkt for senere utskifting. Det er viktig å feste rørene til armeringen, slik at de ikke 'flyter opp' under støping. Bruk festevinkel der rørene kommer opp av betongen." (SINTEF Byggforsk), s. 28.

Monteringstekniske krav

Klamring av varerør

Korrekt klamring er et kritisk element for systemets funksjonalitet:

"God klamring av varerørene er helt avgjørende for hvor lett det er å skifte ut vannrørene. Klamring er særlig viktig før og etter en retningsforandring, der varerøret passerer gjennom en bygningsdel og i forbindelse med veggbox." (SINTEF Byggforsk), s. 30.

Spesifikke klamringskrav omfatter flere faktorer. Klamringsavstand fra veggboxer og fordelerskap bør være 150-300 mm. Videre skal avstanden mellom klammer på rette strekk ikke overstige 0,6 m. Det understrekes viktigheten av å bruke systemspesifikke klammerbøyler som låser varerøret uten å skade det, samtidig som patentbånd, strips og lignende festemetoder er forbudt.

Bøyeradier og retningsendringer

Varerørenes bøyeradius er kritisk for utskiftbarheten og systemets integritet:

"Vannrørene kan være vanskelige å skifte når bøyeradien er mindre enn fem ganger utvendig diameter på varerøret." (SINTEF Byggforsk), s. 28.

Dette gir følgende minimumskrav til bøyeradier for ulike rørdimensjoner: for 18 mm varerør kreves minimum 90 mm bøyeradius, for 20 mm varerør minimum 100 mm bøyeradius, for 25 mm varerør minimum 125 mm bøyeradius, og for 28 mm varerør minimum 140 mm bøyeradius. Ved kompliserte retningsendringer anbefales bruk av festevinkel for å sikre korrekt bøyeradius og stabil posisjonering.

Ekspansjonshåndtering

PEX-rørs betydelige termiske ekspansjon krever spesifikk oppmerksomhet under montering:

"Varmeutvidelseskoefisienten for PEX-rør er tilnærmet ti ganger så stor som for kobberrør. For eksempel vil et 10 m langt PEX-rør bli 90 mm lengre ved en temperaturøkning fra 10 til 60°C. Derfor

må man ta hensyn til ekspansjon, spesielt ved montering av varmtvannsrørene." (SINTEF Byggforsk), s. 32.

Ekspansjonshåndteringen inkluderer flere strategier, herunder å legge varerøret med buktninger for å absorbere ekspansjon i mellomrommet mellom PEX-rør og varerør, samt å etablere fastpunkt ved koblingspunkter med kobberrør, spesielt ved tilførsel til armaturer, for å forhindre at ekspansjonskrefter overføres til kobberrøret.

Beskyttelse mot gjennomhulling

Beskyttelse mot gjennomhulling er en vesentlig sikkerhetsforanstaltning:

"Gjennomhulling av skjulte vannrør er en av de vanligste lekkasjeårsakene. I lette konstruksjoner kan man forbedre sikkerheten mot gjennomspikring/-boring vesentlig ved å montere spikeravvisere i rørgjennomføringer i trestendere og bjelker." (SINTEF Byggforsk), s. 32.

Spikeravvisere består typisk av hylser eller plater i herdet stål og monteres i punkter der rør passerer bygningsdeler som kan være utsatt for senere spikring eller boring.

Fordelerskap – utforming og montering

Plassering og utforming

Fordelerskapets plassering er kritisk for systemets vannskadesikkerhet:

"Fordelerskap bør være plassert i våtrom (bad-/vaskerom) eller teknisk rom, der lekkasjevann kan ledes til vanntett gulv med sluk. Lekkasjevann skal ledes til et sted der det blir synlig, ikke direkte til avløp." (SINTEF Byggforsk), s. 17

Sentrale krav til fordelerskap inkluderer flere aspekter. Skapet skal ha vanntett bunn og vanntette gjennomføringer. Det skal fortrinnsvis plasseres i tørr sone (utenfor våtsone) med mindre leverandøren kan dokumentere vanntett forbindelse mellom skap og tettesjikt. Videre skal skapet være lett tilgjengelig for service og vedlikehold, ha dreneringsmulighet til rom med sluk, samt tydelig merking ved innhold av hovedavstengingsventil.

Terskelhøyde og drenering

Terskelhøyde og dreneringsløsning er kritiske elementer for vannskadesikkerheten:

"Varerør i bunnen av skapet må avsluttes over terskelhøyden, det vil si kanten på åpningen i skapet. Varerøret bør avsluttes minst 25 mm over terskelhøyden." (SINTEF Byggforsk), s. 4.

For drenering fra veggmonterte skap benyttes primært flere spesifiserte løsninger. Det anbefales bruk av varerør med utvendig diameter 28 mm som dreneringsløsning, med maksimal lengde på dreneringsrøret satt til 1,5 meter. Dreneringsrøret skal avsluttes i våtrom med siklemikk, og kapasitetskravet til dreneringen er minimum 0,4 l/s.

Lekkasjestopper

Ved plassering av fordelerskap uten dreneringsmulighet til sluk kreves ytterligere sikringstiltak:

"Dersom fordelerskapet må plasseres i kontorlokaler, toalettrom eller kjøkken uten dreneringsmulighet til sluk, skal skapet utstyres med lekkasjesensor tilkoblet en magnetventil plassert etter hovedstoppekran." (SINTEF Byggforsk), s. 22

Lekkasjestopperen fungerer ved at en sensor detekterer fuktighet og aktiverer en magnetventil som stenger vanntilførselen, hvilket forhindrer omfattende vannskader.

Gjennomføringer og tilkobling til tappesteder

Gjennomføringer i våtsoner

Rørgjennomføringer i våtsoner representerer kritiske punkter for vanntetthet:

"I våtsoner må man bruke veggboks for å oppnå en vanntett gjennomføring og solid forankring. I våtrom hvor det er aktuelt med rørgjennomføringer vil i de fleste tilfeller alle vegger være å regne som våtsoner." (SINTEF Byggforsk), s. 35.

Tekniske krav til gjennomføringer i våtsoner inkluderer flere elementer. Det kreves bruk av systemspesifikk veggbox med dokumentert tetthet, korrekt montering med tilhørende tettemansjett, dokumentert samholdighet mellom påstrykningsmembran og mansjett, samt vanntett forbindelse til bygningens tettesjikt for å sikre fullstendig integritet i våtsoner.

Gjennomføringer i tørre soner

For gjennomføringer i tørre soner anbefales tilsvarende løsninger, selv om formelle krav til vanntetthet ikke foreligger:

"Det er ikke krav til vanntett rørgjennomføring i vegg til tørre rom som kjøkken og toalettrom. Man bør likevel bruke veggbox i tørre soner. Veggboxen sørger for en vanntett avslutning av varerørene slik at eventuelt lekkasjevann dreneres via fordelerskap til vanntett golv med sluk." (SINTEF Byggforsk), s. 39.

Veggboxen tjener i tillegg som fastpunkt for å håndtere ekspansjonskrefter fra PEX-røret.

Forebygging av legionella og trykkstøt

Legionellaforebygging

Forebygging av legionellavekst krever spesifikke designhensyn:

"For å redusere risikoen for Legionella og at andre bakterier vokser og sprer seg i vanninstallasjoner er det viktig å ha varmtvannstemperaturer over 65°C, kaldtvannstemperatur under 20°C, god vannsirkulasjon og regelmessig bruk av alle tappesteder." (SINTEF Byggforsk), s. 34.

Designmessige tiltak omfatter flere strategier. Ubenyttede rørkurser bør unngås, eller alternativt plugges og tømmes hvis de eksisterer. Rørene bør installeres slik at kaldtvanns- og varmtvannsrør ikke kommer i direkte kontakt. Videre frarådes legging av kaldtvannsrør i områder med forhøyet temperatur som bjelkelag eller gulv med gulvvarme. Kombinasjonsskap for både tappevann og varmeanlegg bør unngås for å hindre uønsket temperaturpåvirkning mellom systemene.

Trykkstøtdemping

Trykkstøt er et fenomen som kan gi støyproblemer og overbelaste rørsystemet:

"Trykkstøt i et røranlegg kan oppstå ved hurtig avstenging av en tappearmatur eller ved for små rørdimensjoner i forhold til ønsket vannmengde. Store vannhastigheter i rørene og lange rørstrekk øker risikoen for trykkstøt. Trykkstøt ved åpning og stenging av hurtigstengende tappearmaturer fører ofte til bankelyder og smell." (SINTEF Byggforsk), s. 7.

Forebyggende tiltak inkluderer flere metoder. Det anbefales bruk av trykkstøtdempende armaturer for å redusere trykkstøt ved kilden. Korrekt dimensjonering av rørsystemet er essensielt for å unngå overdrevne vannhastigheter. Legging av rørstrekk med integrerte buktninger kan bidra til å absorbere bevegelser og trykkvariasjoner. God klamring av fordelerstokker er avgjørende for å unngå bankelyder ved trykkvariasjoner.

Ferdigstillelse og dokumentasjon

Tetthetskontroll

Alle anlegg skal tetthetsprøves etter ferdig montering:

"Tetthetskontrollen av røranlegget bør fortrinnsvis gjøres med vann. Kontrollen utføres med et vanntrykk lik 1,3 ganger dimensjoneringsstrykket. Med dimensjoneringsstrykk menes største forekommende driftstrykk." (SINTEF Byggforsk), s. 43.

Prøving av fordelerskapets tetthet og dreneringskapasitet

Før veggkonstruksjoner lukkes skal systemets lekkasjesikring verifiseres:

"Før veggkledningen monteres, skal man kontrollere at rørgjennomføringer i fordelerskapet er vanntette og at dreneringsrøret kan avlede eventuelt lekkasjevann til sluk." (SINTEF Byggforsk), s. 43.

FDV-dokumentasjon

Komplett dokumentasjon er nødvendig for å sikre korrekt forvaltning, drift og vedlikehold:

"Rørlegger og/eller prosjekterende skal framlegge nødvendig dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold av rør-i-rør-systemet. FDV-dokumentasjonen skal overleveres til og oppbevares av eier av bygget." (SINTEF Byggforsk), s. 44.

Dokumentasjonen skal inneholde informasjon om type rør-i-rør-system og leverandør, merking av rørkurser med lengde og forsyningsområde, samt plantegning, skisse eller foto som viser rørføring, spesielt ved skjulte installasjoner.

Teknisk evaluering og begrensninger

Tekniske begrensninger

Rør-i-rør-systemer har flere tekniske begrensninger som må tas i betraktning ved prosjektering. Det eksisterer en begrenset utskiftbarhet for større dimensjoner, hvor PEX-rør med diameter 18 mm og større har redusert utskiftbarhet, særlig ved komplekse rørtraseer eller ved flere bøyer. Systemet har også definerte temperatur- og trykkbegrensninger, hvor PEX-rørets egenskaper begrenses av maksimumstemperatur 70°C ved kontinuerlig drift og maksimalt driftstrykk 1 MPa (10 bar). Ekspansjonsproblematikken er markant, ettersom PEX-rør har en termisk utvidelseskoeffisient cirka 10 ganger høyere enn kobberør, hvilket krever spesifikke designhensyn. Installasjonskompleksiteten er betydelig, hvor systemets effektivitet er direkte avhengig av korrekt installasjon med minimal toleranse for avvik. Begrensninger i rørlengde og bøyer, med anbefalt maksimal rørlengde på 10 m og restriksjoner i antall tillatte bøyer, reduserer systemets designfleksibilitet.

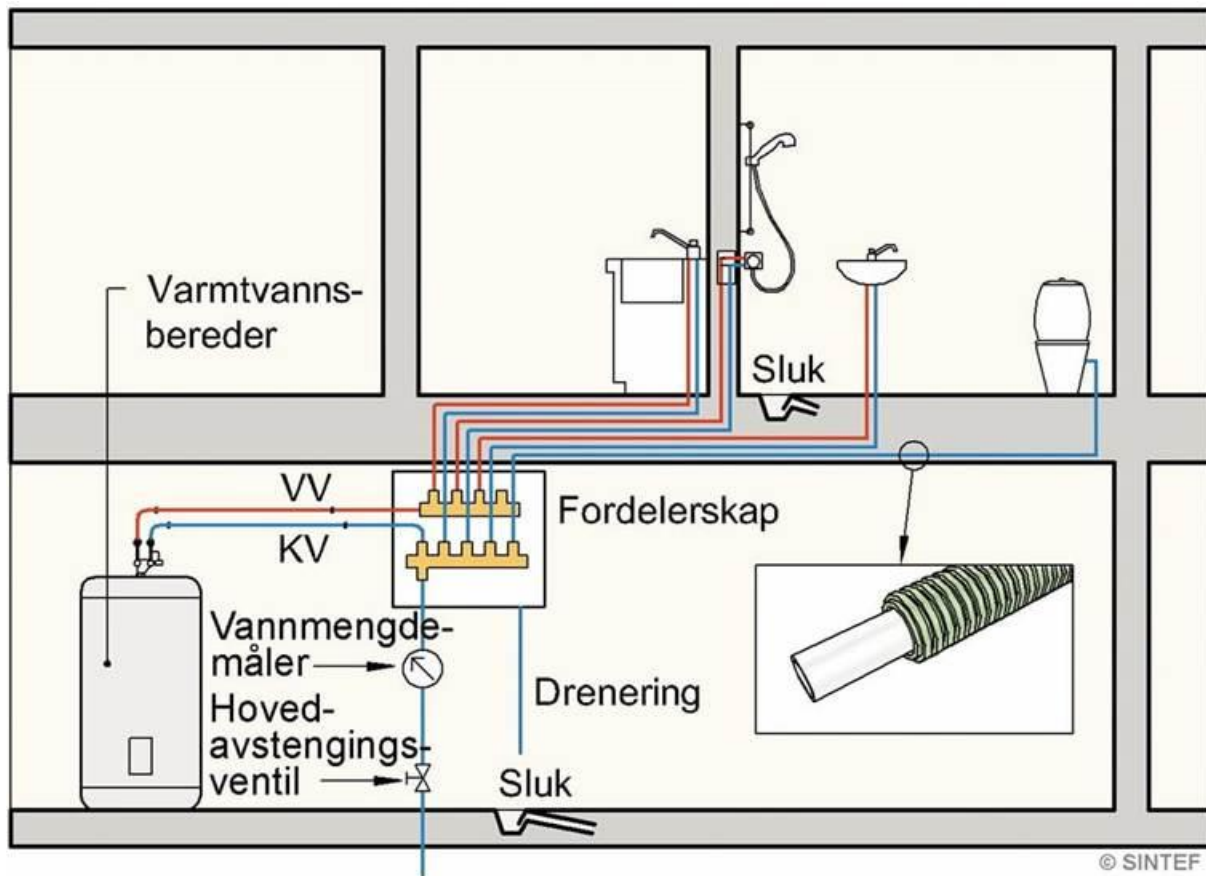
Tekniske fordeler

De tekniske fordelene ved rør-i-rør-systemer omfatter flere aspekter. Systemet tilbyr en utmerket lekkasjesikkerhet gjennom kontrollert avledning av lekkasjevann, hvilket reduserer risikoen for skjulte vannlekkasjer betydelig. Utskiftbarheten er en primær fordel, hvor innerrør kan byttes uten omfattende bygningsarbeid, forutsatt at installasjonen er korrekt utført. Materialeegenskapene til PEX-rør inkluderer god bestandighet mot ulike vannkvaliteter og kjemikalier, hvilket gir langvarig driftssikkerhet. Ved korrekt montering med hensyn til ekspansjon kan systemet også gi reduserte støynivåer sammenlignet med tradisjonelle rørsystemer.

Tekniske utfordringer ved utførelse

Utførelsen av rør-i-rør-systemer møter flere tekniske utfordringer som krever spesiell oppmerksomhet. Klamringsmetodikken er kompleks og krever både nøyaktighet og systemspesifikk kompetanse for å oppnå korrekt resultat. Kontrollert bøyning av rør krever presisjon for å sikre at

minimumskrav til bøyeradier overholdes. Koordinasjonen mellom ulike faggrupper er essensiell, ettersom systemet krever samarbeid mellom rørlegger, membranlegger og andre bygningsfag. Tetting av gjennomføringer, særlig i våtsoner, krever spesialkompetanse og nøyaktig utførelse for å sikre vanntetthet. Verifisering av utskiftbarhet før konstruksjoner lukkes forutsetter en metodisk tilnærming for å sikre systemets fremtidige vedlikeholdsvennlighet.



Figur 2: Eksempel på rør-i-rør-system i enebolig. III.: (SINTEF Byggforsk) (Direktoratet for Byggkvalitet, 2015)

2.5 Skjulte systemløsninger i Tyskland

Introduksjon

For å gjøre en best mulig komparativ analyse har vi valgt å fokusere på flerlagsrørssystemer (Alupex) som representerer en tilnærming til rørssystemer for tappevann og vannbåren varme, med sterk forankring i tysk ingeniørtradisjon og regulatoriske rammeverk. Allikevel er det viktig å vite at denne byggemetoden også kan benyttes for andre rørtyper, eksempelvis rustfritt stål og kobber. Dette avsnittet presenterer en teknisk analyse av den tyske bygningsmetodikken for vandistribusjonssystemer, basert på gjeldende tyske standarder og tekniske anvisninger.

Systemets grunnleggende prinsipper

Den tyske tilnærmingen til rørssystemer defineres av spesifikke funksjonelle prinsipper:

"Trinkwasser ist mehr als ein Lebensmittel. Es ist lebensnotwendig und darf auf dem Weg vom Hausanschluss bis zur Entnahmestelle seine Eigenschaften nicht verändern" (Drikkevann er mer enn et næringsmiddel. Det er livsnødvendig og må ikke endre sine egenskaper på veien fra husets tilkobling til uttaksstedet) (VDI/DVGW, 2013), s. 4.

Dette fundamentale synet på drikkevann som et beskyttelsesverdig element former hele den tyske tilnærmingen til rørleggersystemer, hvor beskyttelse og opprettholdelse av vannkvalitet står sentralt i all planlegging, materiell og utførelse.

Materialtekniske tilnærminger

Flerlagsrør

Den tyske tilnærmingen til rørleggersystemer favoriserer ofte flerlagsmaterialer som kombinerer egenskapene fra både metall og plast.

"Flerlagsrør kombinerer fordelene ved både metall og plast, og eliminerer svakhetene som oppstår ved bruk av kun ett materiale. Dette gir optimal dimensjonsstabilitet, redusert termisk ekspansjon, korrosjonsbestandighet og hygieniske egenskaper." (DVGW (. V.-u., 2009), s. 12.

Det metalliske laget, typisk aluminium, gir rørene dimensjonsstabilitet, oksygenbarriere og redusert termisk ekspansjon. Det indre laget, typisk av kryssbundet polyetylen (PEX), sikrer korrosjonsbestandighet, hygieniske egenskaper og slitestyrke i kontakt med vann.

Koblingssystemer

I tysk byggemetodikk er pressfittingsystemer med definert deformering en foretrukket tilkoblingsmetode:

"Pressfittingsystemer basert på radiell pressing med definert deformering skaper en permanent mekanisk og termisk stabil forbindelse uten behov for O-ringer eller andre tetningselementer som kan representere hygieniske risikoelementer over tid." (ZVSHK, 2017), som sitert i (Uponor AS, 2020).

Fittings produseres primært av avsinkningsbestandig messing som overholder kravene i den tyske drikkevannforordningen (Trinkwasserverordnung). Materialvalg styres strengt av hensynet til kontakt med drikkevann, og alle materialer må være godkjent i henhold til UBA Positivliste (2019) for materialer i kontakt med drikkevann.

Dimensjoneringsmetodikk

Hydraulisk dimensjonering

Tysk metodikk for dimensjonering av rørsystemer følger systematiske beregningsprinsipper definert i DIN 1988-300:

"Dimensjonering basert på DIN 1988-300 tar hensyn til samtidighetsfaktorer, trykkfallsberegninger, strømningssteknikk og maksimale vannhastigheter for å optimalisere rørsystemet med tanke på funksjonalitet, støyreduksjon og energieffektivitet." (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2012), s. 8.

Denne standarden anvender en beregningsmetode som kombinerer spissbelastningsberegninger med samtidighetsfaktorer basert på sannsynlighetsberegninger for bruk av sanitærinstallasjoner.

Maksimalt anbefalte vannhastigheter er definert som 2,0 m/s for fordelingsledninger og 5,0 m/s for stigeledninger, med lavere verdier (1,0-1,5 m/s) anbefalt for støysensitive områder.

Ekspansjonshåndtering og støtteintervaller

Tysk metodikk vektlegger presis beregning av termisk ekspansjon:

"Termisk lengdeendring beregnes med formelen $\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$, hvor α er materialets utvidelseskoeffisient, L er rørlengden i meter og ΔT er temperaturendringen i Kelvin. Ekspansjonskrefter håndteres gjennom faste og glidende forankringspunkter samt ekspansjonsløkker eller kompensatorer." (VDI, VDI 2035 Blatt 1: Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung und korrosive Wasserbestandteile, 2018), s. 22)

Støtteintervaller defineres basert på rørdimensjon og installasjonstemperatur som spesifisert i DIN EN 806-4, med spesifikke avstandskrav for hver dimensjon ved ulike temperaturer.

Prinsipper for rørføring

Planlegging av rørtraseer i tysk tradisjon følger flere grunnleggende prinsipper med fokus på effektivitet, systemintegritet og drikkevannshygiene.

"Optimal rørføring baseres på kortest mulig rørstrekk, minimalt antall koblinger, logisk gruppering av rørstrekk, og strategisk plassering av fordelingsystemer. Dette reduserer materialbruk, installasjonstid, trykkfall og vedlikeholdsbehov." (ZVSHK) som sitert i (Uponor AS, 2020).

Den tyske tilnærmingen er karakterisert av systematisk planlegging med fokus på modulbasert installasjon, hvor rørsystemer organiseres i logiske segmenter med definerte fordelerstokker og avgreningspunkter. I tråd med tyske prinsipper for drikkevannshygiene prioriteres også løsninger som sikrer regelmessig vannutskiftning og forhindrer stagnasjon.

Fordelersystemer og rørkonfigurasjoner

Tysk byggemetodikk benytter primært to distribusjonsprinsipper, med særlig vekt på ringleitungen (ringsystemer) og reihenleitung (sløyfer) for optimal vannhygiene.

"Vanndistribusjonssystemer kan installeres enten som fordelerystem (stjernekoblingsprinsipp) eller som seriekoblingssystem med T-stykker. Fordelerystemet med individuell rørføring til hvert tappepunkt muliggjør optimal vannforsyning uten trykkfallproblematikk og gir mulighet for individuell avstengning." (DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V, 2004), s. 15.

Fordelerystemet er favorisert i tyske installasjoner og består av sentraliserte fordelerstokker hvor hvert tappepunkt har sin dedikerte tilførselsledning. For bygninger med flere etasjer og multiple vannpunkter anbefales ring- og rekkekoblingsløsninger som gir dobbel nytte. "De forsyner ikke bare

uttakssteder med vann, men muliggjør samtidig vannutskiftning i hele installasjonssegmentet i henhold til VDI 6023-standarden" ((DVGW), 2013), s. 22.

Hygienesikring og stagnasjonsforebygging

En sentral del av tysk installasjonsmetodikk er den systematiske tilnærmingen til drikkevannshygiene gjennom "Wirkdreieck" (virkningstrekanten) som består av tre kritiske faktorer:

1. Vannutskiftning: Sikre komplett vannutskiftning minst hver tredje dag
2. Temperaturkontroll: Holde kaldtvann under 25°C og varmtvann over 55°C
3. Strømningsoptimering: Dimensjonere rør korrekt for å sikre tilstrekkelig gjennomstrømning

Den tyske metodikken inkluderer muligheten for automatiserte spylestasjoner og spyleventiler som kan programmeres til regelmessig vannutskiftning i perioder med lav bruk, noe som er særlig viktig i offentlige bygninger, hoteller og sykehus. Dette er i henhold til prinsippet om forskriftsmessig drift definert i DVGW Arbeitsblatt W 557 (2021).

Brannsikring

Brannsikring er strengt regulert i tysk byggepraksis.

"Ved gjennomføringer i brannklassifiserte bygningsdeler må det installeres godkjente branntettingssystemer som oppfyller kravene i Musterbauordnung (MBO) som kan oversettes til standard bygningsreglement. og DIN 4102-11. Dette omfatter bruk av brannmansjetter brannpakning eller brannspray avhengig av gjennomføringstype og brannklasse." (Deutsches Institut für Normung (DIN), 1985), s. 9.

Alle branntettingsløsninger må være testet og godkjent i henhold til tysk bygningsregelverk, med dokumentasjon som bekrefter egnethet for den spesifikke rørdimensjonen og vegg- eller dekkekonstruksjonen.

Monteringstekniske prinsipper

Rørbøying og prosessering

Tysk metodikk for rørmontasje spesifiserer nøyaktige prosedyrer for rørbøying.

"Rør kan bøyes manuelt ved mindre dimensjoner, med minimumsbøyeradius på 5 ganger rørets utvendige diameter. For mindre bøyeradier eller større dimensjoner skal fjærbøyevektøyt eller hydraulisk bøyevektøyt benyttes. For større dimensjoner anbefales primært bruk av rørdeler fremfor bøying." (VDI, VDI 2035 Blatt 1: Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung und korrosive Wasserbestandteile, 2018), s. 28.

Rørkutting skal utføres med spesialverktøy som sikrer rene, vinkelrette kutt uten deformering av røret. Kalibrering og avfasing av rørender er obligatorisk før montering av fittings for å sikre korrekt innføring og tetthet i skjøter.

Presskobling

Monteringen av presskobling følger en klar og verifiserbar prosedyre.

"Pressfittings monteres ved først å kontrollere rørendens kvalitet, deretter føres røret helt inn i fittingen til inspeksjonsåpningen. Pressing utføres vinkelrett på røraksen med godkjent pressverktøy. Pressbakker skal være tilpasset den aktuelle rørdimensjonen og fittingsystemet." (ZVSHK) som sitert i (Uponor AS, 2020).

Pressprosessen skal etterlate en synlig pressindikasjon som bekrefter korrekt montering. Systemet krever regelmessig kalibrering og vedlikehold av pressverktøy i henhold til standardiserte prosedyrer.

Isolasjon og kondensforebygging

Isolasjon av rørsystemer styres av EnEV (Energieeinsparverordnung) oversatt fritt til forskrift om energisparing.

"Varmtvannsrør skal isoleres i henhold til EnEV med isolasjonstykkelser som varierer fra 20 mm for rørdimensjoner under 22 mm til 30 mm for større dimensjoner. Kaldtvannsrør skal isoleres med minimum 9 mm isolasjonstykkelse i varme områder for å forhindre kondens og uønsket oppvarming." (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2013), s. 26.

Isolasjonsmaterialer skal ha en varmeledningsevne på maksimalt 0,035 W/(m·K) og være bestandige mot fuktighet ved bruk på kaldtvannsrør.

Testing og dokumentasjon

Trykktesting

Trykktesting av ferdig installerte systemer følger standardiserte prosedyrer.

"Trykktesting skal utføres i henhold til DIN EN 806-4 og ZVSHK «Veileder for tetthetsprøving av drikkevanninstallasjoner.» Testen omfatter visuell inspeksjon, fortrykktesting med 0,15 MPa (1,5 bar) i 30 minutter, hovedtrykktesting med 1,1 ganger maksimalt driftstrykk i minimum 30 minutter, og en utvidet tetthetskontroll over to timer." (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2010), s. 30.

Dokumentasjon og merking

Krav til dokumentasjon følger tyske standarder.

"Installatøren skal levere fullstendig dokumentasjon av systemet inkludert som bygget tegninger, produktsertifikater, trykktestprotokoller og driftsinstruksjoner i henhold til VDI 6023. Rørsystemet skal merkes med medietype, strømningsretning og systemidentifikasjon." ((DVGW), 2013), s. 44.

Dokumentasjonen skal være digital eller fysisk tilgjengelig for byggeier og vedlikeholdspersonell gjennom byggets levetid.

Overvåknings- og driftsteknologi

I tråd med tysk fokus på driftssikkerhet og systemovervåking inkluderer moderne tyske installasjoner ofte digitale overvåkningssystemer. Samtlige systemer som har vært undersøkt i denne rapporten har større eller mindre grad av overvåking og automasjon. Men for å forholde oss nøytrale har vi ikke gått inn på de enkelte systemene.

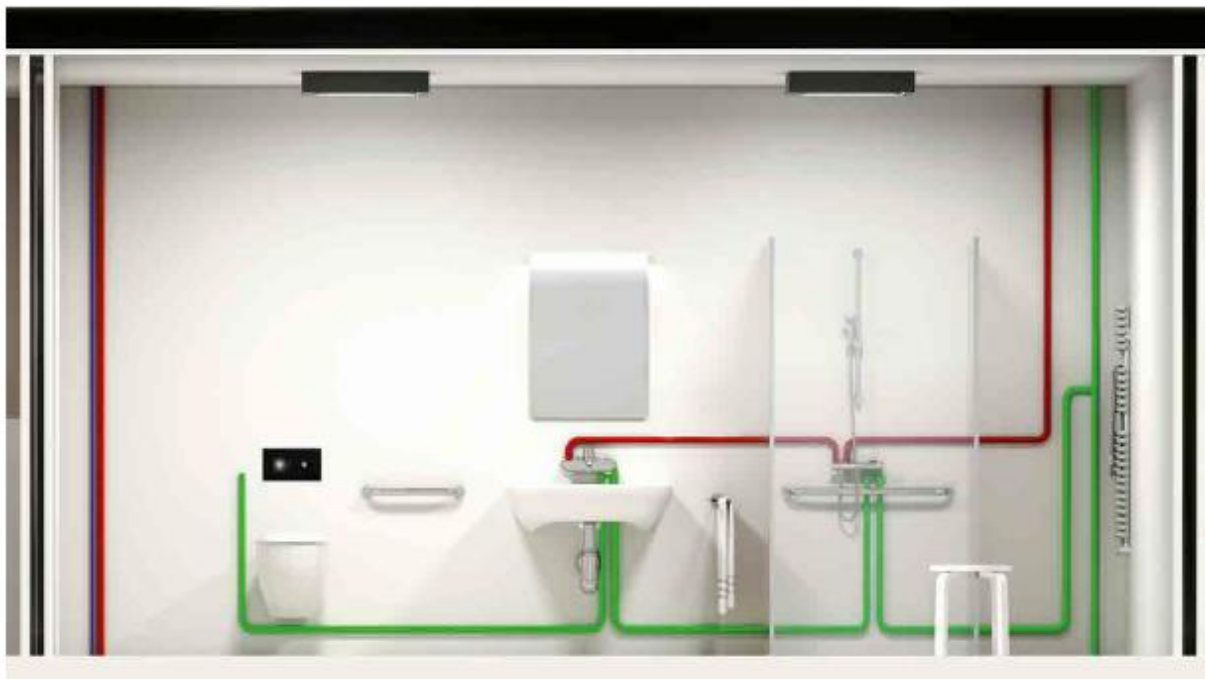
"Overvåkningsteknologi muliggjør kontinuerlig kontroll av kritiske parametere som temperatur og vannutskiftningsintervaller. Sensorer plassert i varme- og kaldtvannsrør overvåker systemets tilstand og kan automatisk utføre forebyggende tiltak ved avvik fra ideelle driftsbetingelser." (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), 2020)

Dette bygger på tysk installasjonstradisjon beskrevet i VDI 6023, som vektlegger automatisert driftsovervåking for å sikre kontinuerlig optimal vannkvalitet og systemhygiene.

Tekniske egenskaper og metodikkens fordeler

Den tyske metodikken for rørsystemer tilbyr flere definerte fordeler:

1. **Hygienisk sikkerhet:** Gjennom systematisk vannutskiftning, temperaturregulering og materialvalg optimalisert for drikkevannssikkerhet.
2. **Strømningsoptimalisering:** Med fokus på lave zeta-verdier (motstandskoeffisienter) sammenlignet med referanseverdiene i DIN 1988-300, muliggjør metodikken mer økonomisk dimensjonering.
3. **Systematisk risikoreduksjon:** Metodikken anvender prinsippet "Bedarfsgerecht dimensionierte und richtig installierte Rohrleitungssysteme sind die Basis jeder hygienischen Trinkwasser-Installation" (Korrekt dimensjonerte og riktig installerte rørsystemer er grunnlaget for enhver hygienisk drikkevannsinstallasjon) (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2012).
4. **Dokumentert kvalitetssikring:** Gjennom standardiserte prosedyrer for testing, dokumentasjon og verifisering.
5. **Livssyklusperspektiv:** Med fokus på langsiktig ytelse, reduserte driftskostnader og minimert vedlikeholdsbehov.



Figur 3: Eksempel på typisk byggeprinsipp i Tyskland og andre europeiske land. (De Competentie van Viega voor het kostbaarste goed)

2.6 Sjaktløsninger og varmesmitteproblematikk i Norge og Tyskland

Sjakter representerer et viktig grensesnitt mellom ulike tekniske løsninger i bygninger, og illustrerer tydelig de fundamentale forskjellene mellom norsk og tysk tilnærming til sanitærinstallasjoner.

Regulatorisk rammeverk for sjaktløsninger

Tyskland har et omfattende og detaljert regelverk for rørsjakter gjennom VDI (Verein Deutscher Ingenieure) sine retningslinjer. Særlig viktige er VDI 2050 Blatt 1.1 "Anforderungen an Technikzentralen - Platzbedarf für Installationsschächte" fra 2017, som gir konkrete føringer for dimensjonering og utforming av installasjonssjakter, og VDI 2055-serien som omhandler varme- og kuldebeskyttelse for tekniske anlegg, inkludert beregningsmetoder for isolasjon (VDI, 2019).

I kontrast står den norske tilnærmingen, som er mer generell og funksjonsorientert med føringer primært gjennom Byggteknisk forskrift (TEK17) og SINTEF Byggforsk anvisning 553.002 "Sjakt med vann- og avløpsinstallasjoner". Dette illustrerer en grunnleggende forskjell i tilnærming: Tyskland har en mer teknisk detaljert og spesifikk regulering, mens Norge fokuserer på overordnede funksjonskrav. (SINTEF Byggforsk, 2019).

Dimensjonering og plassbehov

Tyske VDI 2050 Blatt 1.1 spesifiserer at sjaktareal vanligvis skal utgjøre 1-3% av bygningens bruttoareal, med større andel for ventilasjonskanaler enn for vann-, varme- og elektriske installasjoner (VDI, 2019). Dette gir planleggere konkrete retningslinjer i tidlig planleggingsfase.

Norske retningslinjer er mindre spesifikke når det gjelder tidlig dimensjonering, men stiller strengere krav til avstander mellom rør. SINTEF Byggforsk (2019) anbefaler minimum 50 mm avstand mellom alle rør (inkludert isolasjon), samt mellom rør og sjaktvegg - betydelig mer enn tyske krav. Dette resulterer i at norske sjakter ofte dimensjoneres større, noe som gir bedre tilgjengelighet for vedlikehold, men er mindre arealeffektivt.

Varmesmitte og temperaturstyring

Et sentralt skille mellom norsk og tysk tilnærming ligger i håndteringen av varmesmitteproblematikk. VDI 2055 Blatt 1 etablerer avanserte beregningsmetoder for varme- og vandampdiffusjonsstrømmer i isolasjonsmaterialer, med hensyn til faktorer som temperatur, fukt, konveksjon, tykkelse og varmebroer (VDI, 2019)

Tyske systemløsninger inkluderer ofte:

1. Aktiv ventilasjon rundt kaldtvannsrør
2. Fysisk soneinndeling som separerer rør med motstridende temperaturbehov
3. Spesialutviklede isolasjonssystemer med dokumentert ytelse

Norske løsninger baserer seg primært på passive tiltak som større avstander mellom rør, tradisjonell isolasjon av både varme og kalde rør, og strategisk plassering av rørsjakter for å unngå varmeopphoping. Denne forskjellen reflekterer det generelle mønsteret vi ser i begge lands tilnærming: Tyskland fokuserer på teknisk avanserte, kompakte løsninger, mens Norge vektlegger enklere, mer robuste systemer med vekt på tilgjengelighet.

Materialvalg og isolasjonsteknologi

VDI 2055 Blatt 2 og 3 etablerer omfattende krav til testing og dokumentasjon av isolasjonsmaterialers egenskaper, herunder samsvarsprosedyrer for produsentens oppgitte egenskaper og beregning av totale varmetap (VDI, 2019). Dette legger grunnlaget for kvalitetssikring og sertifisering av isolasjonsmaterialer.

Norske anvisninger vektlegger primært bruk av fuktbestandige materialer i sjaktveggene, som fibersementplater framfor gipsplater med papp. For isolasjon fokuseres det på materialets evne til å hindre varmesmitte, kondens og legionellavekst, men med mindre detaljerte spesifikasjoner for materialegenskaper og ytelse (SINTEF Byggforsk, 2019).

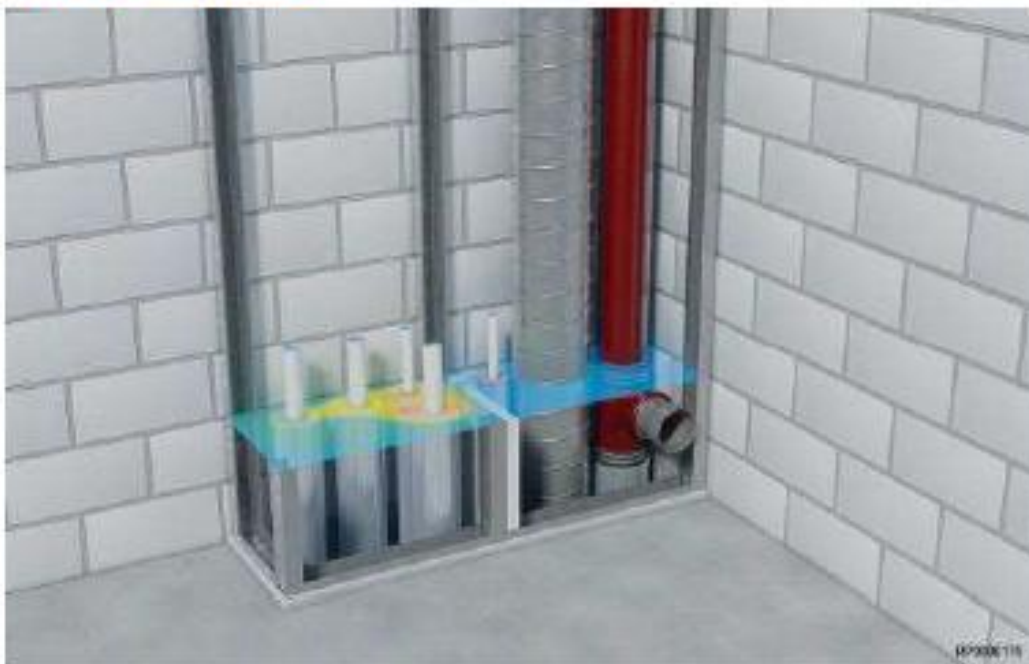
Prefabrikasjon og utførelse

Tyskland har en sterk tradisjon for industriell prefabrikasjon av tekniske systemer, noe som gjenspeiles i VDI-standardenes presise spesifikasjoner som muliggjør produksjon av standardiserte komponenter. Dette gir forutsigbar ytelse og effektiv montasje (VDI, 2018).

Norge har tradisjonelt hatt større fokus på plassbygging med fleksible løsninger. Den mer funksjonsorienterte tilnærmingen i norske forskrifter gir større fleksibilitet i utførelsen, men potensielt mindre standardisering og effektivitet.

Disse forskjellene i sjaktløsninger og håndtering av varmesmitteproblematikk illustrerer de grunnleggende kontrastene mellom norsk og tysk VVS-metodikk: Tyskland prioriterer systematisk vannkvalitet og teknisk presisjon gjennom kompakte, industrialiserte løsninger, mens Norge vektlegger enkle, robuste systemer med god tilgjengelighet og vannskadesikring.

Beskyttelse av kaldtvannsrør mot oppvarming



Varmeisoleret kaldtvannsledning (PVC) i en installasjonssjakt for å forhindre utilsatt oppvarming

Figur 4: Viser den tyske løsningen hvor kald og varm sone er separert med skillevegg. Eksempelvis isolasjon. Figur er hentet fra: (Uponor AS, 2020)

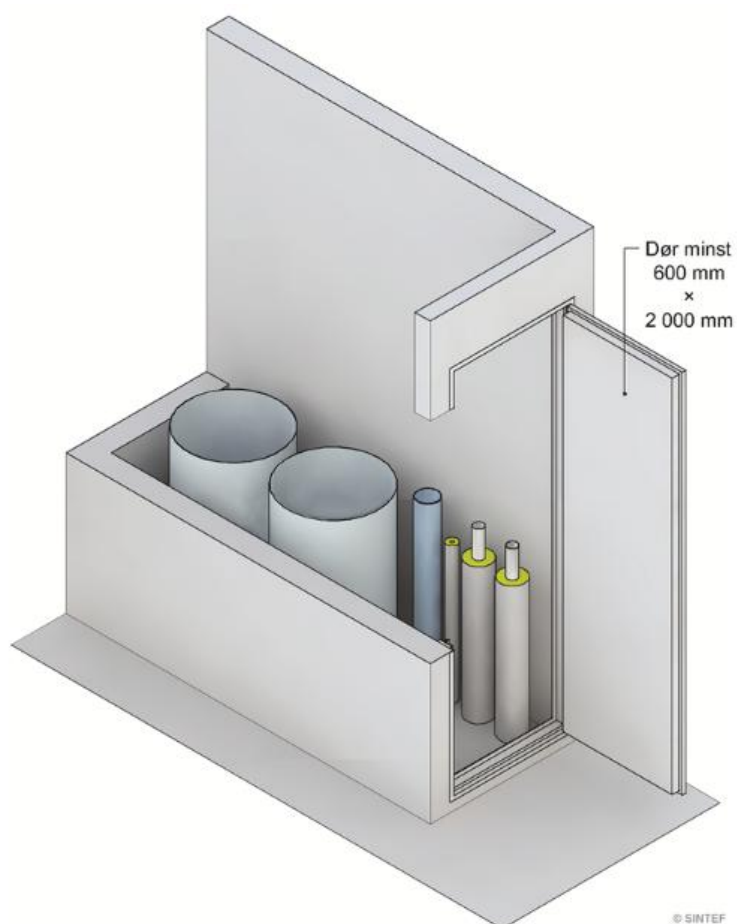


Fig. 322

Minste anbefalte størrelse på dør i sjakt som sikrer god tilkomst for vedlikehold og utskifting. Størrelsen på døra må prosjekteres i hvert enkelt tilfelle. Vannrørene bør være plassert nærmest sjaktdøra.

Figur 5: Illustrerer typisk norsk sjakt oppbygning med adkomst. Figur er hentet fra: (SINTEF Byggforsk)

3 Metode

Dette kapittelet redegjør for den metodiske tilnærmingen som ligger til grunn for vår undersøkelse av forskjeller mellom norske og tyske tappevannsløsninger. Vi presenterer vårt valg av komparativ analyse som hovedmetode, beskriver datainnsamlingen gjennom intervjuer og dokumentstudier, samt diskuterer metodens styrker og begrensninger.

Formålet med dette kapittelet er å gi leseren innsikt i hvordan vi har gått frem for å innhente og analysere informasjon, og hvilke faktorer som kan ha påvirket funnene våre. Gjennom en synlig beskrivelse av metodevalg og fremgangsmåte etablerer vi det vitenskapelige grunnlaget for rapportens konklusjoner og anbefalinger.

3.1 Valg av metode

I denne rapporten har vi valgt å benytte en komparativ analyse for å undersøke forskjeller mellom norske og europeiske tappevannsløsninger, med særlig fokus på Tyskland.

Vi har definert spesifikke analyseobjekter, norske rør-i-rør systemer og tyske pressfittings systemer/ringledninger og utviklet sammenlignbare kriterier innen regulatoriske rammeverk, tekniske egenskaper, installasjonsmetodikk, vannkvalitet, driftssikkerhet, bærekraft og økonomiske faktorer.

Datainnsamlingen har foregått gjennom intervjuer med sentrale aktører i bransjen SINTEF, DIBK, Fagrådet for våtrom og Tryg Forsikring, samt innhenting av teknisk dokumentasjon, forskrifter og standarder fra begge land, supplert med informasjon fra internasjonale leverandører.

Intervjuene ble gjennomført som samtaler, hvor vi hadde forberedt en intervjuguide med nøkkelspørsmål, men lot samtidig samtalen flyte naturlig for å fange opp uventede perspektiver. Analysestrukturen følger en tilnærming der hvert aspekt av systemene undersøkes systematisk på tvers av landene for å identifisere mønstre og fundamentale forskjeller i prioriteringer og praksis.

Metodikken kombinerer analyse av regelverk og tekniske spesifikasjoner med intervjudata for å belyse både formelle krav og praktisk gjennomføring.

Vi erkjenner metodiske begrensninger knyttet til et begrenset utvalg intervjuobjekter, potensielle subjektive oppfatninger, og mangel på sammenlignbar statistikk mellom landene.

Gjennom denne analysen har vi forsøkt å avdekke både forskjeller i tekniske løsninger og andre forskjeller i prioriteringer og fagkultur som former sanitærinstallasjoner i henholdsvis Norge og Tyskland.

3.2 Hva vi ønsket å belyse

Hensikten med intervjuene var å kartlegge bakgrunnen for dagens funksjonskrav i TEK 17 og hvordan disse påvirker sanitærinstallasjoner i Norge sammenlignet med praksis i Europa, særlig Tyskland. Vi ønsket å undersøke om det fantes konkrete studier eller statistisk grunnlag som lå til grunn for de gjeldende funksjonskravene.

Vi søkte spesielt å avdekke i hvilken grad funksjonskravene primært fokuserer på vannskadesikring, og i hvilken grad VVS-teknisk funksjonalitet som vannkvalitet og hygiene også var vektlagt i utformingen av regelverket. Videre ønsket vi å undersøke om forsikringsbransjen hadde statistikk som kunne belyse effektiviteten av de norske løsningene sammenlignet med europeiske alternativer.

Gjennom intervjuene ønsket vi også å undersøke materialbruk og bærekraftaspekter i dagens bransjepraksis, og om dette kan bli viktigere faktorer i fremtiden.

Vi ville også kartlegge om det finnes hindringer for innovasjon og implementering av alternative løsninger i den norske sanitærbransjen, selv om regelverket i prinsippet er funksjonelt og ikke spesifiserer bestemte systemer. Dette inkluderte spørsmål om ansvarsplassering, risikovurdering og etablert bransjepraksis.

3.3 Begrensninger ved metoden

Begrenset utvalg av intervjuobjekter

Usikkert om det gir et representativt utvalg, vi har kun intervjuet norske objekter og sammenligner norske løsninger med andre land.

Subjektivitet og forutinntatthet

Intervjuobjektene kan ha egne interesser og perspektiver som påvirker svarene.

Organisasjonene kan ha etablerte posisjoner som de forsvarer. Det kan være institusjonell motstand mot endring som påvirker synet på alternative løsninger.

Rapportens forfattere hadde også forutinntatthet ved utformingen av spørsmålene.

Spørsmålene og rekkefølgen på disse bar også preg av dette. Særlig gjorde det seg synlig i at flere av intervjuobjektene opplevde at de senere spørsmålene var besvart allerede tidligere i intervjuet.

Mangel på utenlandsk representasjon

Vi har ingen utenlandske intervjuobjekter, kun beskrivelser av konkrete produkter og deres dokumentasjon som underlag. Samt et utvalg av tyske forskrifter normer og standarder.

Tilnærmingsmessige utfordringer

Spørsmålene kan utilsiktet ha ledet intervjuobjektene i bestemte retninger.

Forskjeller i tolkning av spørsmål og begreper mellom intervjuobjekter.

Utfordringer med å kvantifisere kvalitative svar, alle objektene har tolket spørsmålene selv og svart basert på egne perspektiver.

Begrensning i kunnskap/erfaring

Intervjuobjektene har begrenset kunnskap om praksis og erfaringer i andre land og mangel på direkte erfaring med alternative systemer som loopsystemer med pressfittings.

Dokumentasjonsutfordringer

Mye av informasjonen baserer seg på personlige erfaringer og oppfatninger fremfor dokumentert forskning.

Vanskelig å verifisere påstander om praksis i andre land uten primærkilder.

Manglende statistisk underlag.

3.4 Gjennomføring

Intervjuene ble gjennomført i perioden mars til april 2025 som virtuelle møter via Microsoft Teams. Hvert intervju ble utført med videoopptak for å sikre korrekt dokumentasjon.

Fremgangsmåten for hvert intervju fulgte samme struktur. For å forberede intervjuene mottok samtlige intervjuobjekter en spørsmålsliste på forhånd som inneholdt 9-10 spørsmål spesifikt tilpasset deres institusjon og fagområde. Dette ga intervjuobjektene mulighet til å forberede seg og strukturere sine tanker rundt temaene som skulle diskuteres.

Selve gjennomføringen ble utført som frie samtaler der de forberedte spørsmålene fungerte som en rettesnor, men hvor intervjuet var åpent for naturlig dialog og utdypninger. Denne tilnærmingen ga rom for at intervjuobjektene kunne dele uventede perspektiver og erfaringer. Hvert intervju varte mellom 45-60 minutter.

For dokumentasjon av intervjuene ble alle samtaler tatt opp på video via Teams' innebygde opptaksfunksjon. Lydopptakene ble senere gjennomgått for å sikre korrekt gjengivelse av informasjonen.

Etter fullført intervjurunde ble informasjonen fra alle intervjuene systematisk gjennomgått og sammenstilt. Dette dannet grunnlaget for resultatkapittelets sammenstilling av intervjuer og påfølgende analyse.

Intervjuobjektene representerte følgende institusjoner: SINTEF ved Seniorforsker Lars-Erik Fiskum, Direktoratet for Byggkvalitet (DIBK) ved Sjefingeniør Knut Helge Sandli, Fagrådet for våtrom ved Fagsjef Bjørnar Hansen, og Tryg Forsikring ved Seksjonsleder Takst Lars Angell.

Denne metodiske tilnærmingen sikret både struktur i datainnsamlingen og fleksibilitet til å fange opp nyanser i intervjuobjektene faglige vurderinger og erfaringer.

I etterkant har de av intervjuobjektene som ønsket sitatsjekk, mottatt dette, og vi har fått skriftlige tillatelser til å gjengi sitatene i denne rapporten.

4 Resultater

Dette kapittelet presenterer resultatene fra vår komparative analyse av norske og tyske tappevannsløsninger. Her sammenstiller vi funn fra intervjuer med sentrale aktører i bransjen og analyserer forskjeller i regelverk, tekniske løsninger og prioriteringer mellom landene.

4.1 Sammenstilling av intervjuer om norske sanitærinstallasjoner for tappevann

Historisk utvikling og regulatorisk rammeverk

Reguleringen av sanitærinstallasjoner i Norge har en lang historie. Sintef forklarer at kravet om utskiftbarhet har eksistert siden de første nasjonale forskriftene fra 1924. Det var imidlertid først på 1970-tallet at vannskader ble et økende problem, noe Sintef knytter til innføringen av skjulte kobberrør i vegger.

Sintef påpeker at "skadene eksploderte utover 1970-tallet" (Fiskum, 2025). I 1997 kom de første tydelige kravene om at lekkasjevann skulle transporteres på en måte som ikke forårsaker skade, og et klarere krav om utskiftbarhet basert på erkjennelsen av at rør har kortere levetid enn selve bygget.

Fra intervjuet med Sintef fremkommer det at norske myndigheter har et tydelig fokus på å sikre bygget mot skader. I intervjunotatene observeres det at "rør-i-rør er først og fremst et nordisk fenomen", og at Danmark har beveget seg mer mot den tyske metoden.

Fagrådet for våtrom bekrefter at "rør-i-rør-prinsippet er mer eller mindre uendret siden denne løsningen trådte i kraft i TEK97" (Hansen, 2025).

Dagens regelverk og praktisering

TEK17 er et funksjonsbasert regelverk som teoretisk åpner for flere løsninger. DIBK presiserer at det "står ingen steder i TEK17 at man må bruke rør-i-rør", selv om dette ofte er tolkningen i bransjen.

DIBK mener at "å åpne en lettvegg tilfredsstiller kravet til lett utskiftbart", det nevnes også at så lenge man ikke bryter brannskille eller må rive bærende konstruksjoner vil man også kunne være innenfor utskiftbarhetskravet. (Sandli, 2025).

Til tross for regelverkets åpenhet har rør-i-rør blitt standardløsningen i norsk boligbygging. Sintef påpeker at "det er funksjonskravet i TEK som hindrer innbygging av pressfittings i Norge," (Fiskum, 2025).

Ansvarsplasseringen er et viktig element. DIBK understreker at "det er foretaket som har erklært ansvar for prosjekteringen som skal dokumentere at den prosjekterte løsningen er i samsvar med regelverket. Dette gjelder også kravet til at installasjonen er lett utskiftbar. Kommunen skal i byggesaksbehandlingen normalt ikke kontrollere dette, men de kan velge å foreta tilsyn i byggesaken." Dette bidrar til at prosjekterende velger "trygge" løsninger fremfor å utforske alternativer.

Tekniske og økonomiske konsekvenser

Den norske praksisen medfører flere tekniske og økonomiske følger:

Installasjonskostnader: Rør-i-rør-løsninger krever mer materialer (både inner- og ytterrør)

Plasskrav: Fordelerskapene tar betydelig plass i konstruksjonen.

Materialbruk: Høyere materialforbruk påvirker miljøavtrykket.

Tekniske begrensninger: Fagrådet påpeker at det er "store utfordringer med å legge rør-i-rør i større fordelingsnett som sjakter og lignende til større boligheter"

Ingen av intervjuobjektene kunne vise til kost-nytte-analyser som sammenligner norske løsninger med europeiske alternativer. DIBK bekrefter at de ikke gjør slike vurderinger utover kost-nytte-vurderinger ved endringer i TEK.

Erfaringer og utfordringer med Rør-i-rør-systemer:

Selv om rør-i-rør -systemer generelt anses som velfungerende, identifiseres flere utfordringer i intervjuene. Monteringsfeil fremstår som et betydelig problem. Tryg Forsikring viser til "en undersøkelse gjort av en gruppe studenter som viste feil på samtlige av ca. 30 inspiserte rør-i-rør -anlegg" (Angell, 2025). Sintef bekrefter monteringsproblematikken og nevner "særlig problemer med feilmontering og mangel på riktig antall bend i forhold til utskifting."

Spesifikke tekniske utfordringer:

Temperaturkontroll: Fagrådet bekrefter at de "deler gruppens tanker vedrørende utfordring i sjaktoppbygning med hensyn til temperaturer."

Legionellarisiko: På spørsmål om legionella svarer Fagrådet at "de aner ikke om det er mer eller mindre vekst av legionella etter at vi byttet til rør-i-rør. Det finnes ingen statistikker eller forskning på dette."

Utskiftbarhet i praksis: Fagrådet påpeker at "når det kommer til utskiftbarheten, er dette noe mer usikkert, da Fagrådet vet om ulike utfordringer knyttet til dette." Dette indikerer at den teoretiske utskiftbarheten kan være vanskelig å oppnå i praksis.

Alternative systemer og europeiske løsninger:

Pressfittings og seriekoblinger er utbredt i andre europeiske land, særlig Tyskland. Sintef anerkjenner at det er "veldig god kvalitet på pressfittings" (Fiskum, 2025).

De europeiske løsningene, spesielt de tyske, tilbyr flere tekniske fordeler:

Ringledningssystemer: Kontinuerlig sirkulasjon av vann, som reduserer stillestående vann.

Hygieniske fordeler: Redusert risiko for bakterievekst gjennom bedre temperaturkontroll.

Bedre temperaturkontroll: Fysisk separasjon av varme og kalde soner.

Enklere rørføring i større bygg: Mer egnet for komplekse installasjoner.

Både Sintef og Fagrådet indikerer en åpenhet for å revurdere dagens krav. Sintef har "flere ganger hatt det oppe til diskusjon om dette kravet til utskiftbarhet bør sees nærmere på" og påpeker at nyere materialer gir mindre korrosjon, som var en av hovedårsakene til de strenge kravene tidligere. (Fiskum, 2025), (Hansen, 2025).

Skadestatistikk og erfaringsgrunnlag

En gjennomgående utfordring er mangelen på god skadestatistikk. Fagrådet påpeker at VASK-statistikken "er for dårlig. Den forteller sjelden hva eller hvor lekkasjen oppstod." Tryg Forsikring bekrefter at statistikken ikke er revidert på "17-18 år, ca. 2008-2009" (Angell, 2025).

Tryg Forsikring opplyser at det var "111 000 vannskader i Norge i 2023" og at vannskader utgjør omtrent 80% av forsikringsselskapenes skadeutbetalinger. Dette tyder på at vannskader fortsatt er et betydelig problem til tross for utbredt bruk av rør-i-rør-systemer. (Angell, 2025)

Ingen av intervjuobjektene kunne vise til komparativ statistikk mellom Norge og andre europeiske land som dokumenterer færre eller mindre omfattende vannskader i Norge. Dette fraværet av sammenlignbare data gjør det vanskelig å vurdere om de særnorske løsningene faktisk gir bedre resultater.

Økonomiske og miljømessige implikasjoner av tappevannsløsninger i et bærekraftsperspektiv:

De økonomiske og miljømessige konsekvensene av norske tappevannsløsninger fortjener særlig oppmerksomhet i lys av økende fokus på bærekraft. Rør-i-rør-systemene som dominerer i Norge medfører et betydelig økt materialforbruk sammenlignet med europeiske alternativer. Hvert installasjonspunkt krever dobbelt rørsystem – et indre rør for vanntransport og et ytre beskyttelsesrør for lekkasjesikring.

Dette doble materialbehovet øker ikke bare installasjonskostnadene, men også det samlede klimaavtrykket gjennom økt ressursuttak, produksjon og transport. Fordelerskapene, som er sentrale i rør-i-rør-systemer, tar dessuten verdifull plass i bygningskonstruksjoner, noe som reduserer arealeffektiviteten og kan medføre ytterligere bygningsvolum for å oppnå samme nytteareal.

Ser man dette i sammenheng med FNs bærekraftsmål, særlig mål 12 om ansvarlig forbruk og produksjon, står de materialintensive norske løsningene i et problematisk lys.

Sintefs påpekning om at fremtiden vil bringe "et mye høyere fokus på bærekraft" (Fiskum, 2025). understøtter behovet for en nytenkning rundt disse systemene. De tyske ringledningssystemene, med mindre materialbruk og potensielt lengre levetid grunnet bedre vannkvalitetskontroll, representerer mulige alternativer som bedre balanserer sikkerhet mot ressurseffektivitet.

Det manglende beslutningsgrunnlaget er imidlertid påfallende – ingen av intervjuobjektene kunne vise til livssyklusanalyser eller helhetlige kost-nytte-vurderinger som inkluderer miljøpåvirkning over systemenes levetid.

En slik mangel på sammenlignbar data gjør det vanskelig å ta kunnskapsbaserte beslutninger som ivaretar både sikkerhetshensyn, økonomiske interesser og miljømessig bærekraft. Dette kunnskapsgapet bør adresseres for å sikre at fremtidens tappevannsinstallasjoner optimaliserer ressursbruk samtidig som de oppfyller grunnleggende sikkerhetskrav.

Materialutvikling:

Som Sintef påpeker, har det kommet produkter som gir mindre korrosjonsproblemer, noe som reduserer den opprinnelige begrunnelsen for strenge utskiftbarhetskrav.

Vannkvalitetsfokus:

Økt bevissthet om legionella og vannhygiene kan bidra til å forskyve fokus fra ren vannskadesikring.

Harmonisering med EU: Behov for å tilpasse seg europeiske standarder over tid.

For å realisere endringer kreves det imidlertid tydeligere signaler fra DIBK, bedre skadestatistikk og en reduksjon i den opplevde risikoen for prosjekterende som velger alternative løsninger.

4.2 Fundamentale forskjeller mellom Norge og Tyskland

Norge prioriterer vannskadesikring og utskiftbarhet.

Tyskland prioriterer vannkvalitet, hygiene og teknisk funksjonalitet.

Historisk kontekst for de norske kravene:

Kravet om utskiftbarhet har eksistert siden de første nasjonale forskriftene fra 1924.

Vannskader "eksploderte utover 1970-tallet" ifølge Sintef, knyttet til innføringen av skjulte kobberrør.

Rør-i-rør-prinsippet har vært "mer eller mindre uendret siden denne løsningen trådte i kraft i TEK97".

Regulatorisk rammeverk og tolkning:

TEK17 er et funksjonsbasert regelverk som ikke eksplisitt krever rør-i-rør-systemer.

DIBK bekrefter at "det står ingen steder i TEK17 at man må bruke rør-i-rør".

I praksis er rør-i-rør blitt standardløsningen grunnet konservativ tolkning av funksjonskravene.

Monteringsfeil i rør-i-rør-systemer:

Tryg Forsikring viser til "en undersøkelse gjort av en gruppe studenter som viste feil på samtlige av ca. 30 inspiserte rør-i-rør-anlegg".

Sintef bekrefter problemer med "feilmontering og mangel på riktig antall bend i forhold til utskifting".

Vannskadestatistikk:

111.000 vannskader i Norge i 2023 ifølge Tryg Forsikring, men ingen vet hva som er hva.

Vannskader utgjør omtrent 80% av forsikringsselskapenes skadeutbetalinger.

Tekniske utfordringer med dagens praksis:

Fagrådet for våtrom bekrefter utfordringer med sjaktoppbygning med hensyn til temperaturer.

Store utfordringer med å legge rør-i-rør i større fordelingsnett som sjakter og lignende til større boligheter.

Potensielle problemer med legionella grunnet temperaturoverføring og stillestående vann.

Mangel på forskningsgrunnlag:

Fagrådet erkjenner at de aner ikke om det er mer eller mindre vekst av legionella etter at vi byttet til rør-i-rør.

VASK-statistikken beskrives som "for dårlig" og ikke revidert siden "2008-2009"

Ingen intervjuobjekter kunne vise til kost-nytte-analyser som sammenligner norske og europeiske løsninger.

Alternativene fra Europa:

Ringledningssystemer brukt i Tyskland reduserer stillestående vann.

Fysisk separasjon av varme og kalde soner i tyske systemer gir bedre temperaturkontroll.

Pressfittings-systemer er utbredt i Europa og anerkjennes av Sintef som å ha "veldig god kvalitet".

Potensielle endringsfaktorer:

Nyere materialer gir mindre korrosjonsproblemer, som var en hovedårsak til strenge utskiftbarhetskrav.

Sintef forventer "et mye høyere fokus på bærekraft" i fremtiden.

Åpenhet for revurdering: Sintef har "flere ganger hatt det oppe til diskusjon om dette kravet til utskiftbarhet bør sees nærmere på".

Økonomiske og praktiske konsekvenser:

Rør-i-rør-systemer (inner- og ytterrør) krever mer materialer.

Fordelerskap tar betydelig plass i konstruksjonen.

Høyere materialforbruk påvirker miljøavtrykket.

Den norske måten med «stjerne» kobling av rør-i-rør systemer medfører også merforbruk av rør. Ettersom man ikke kan seriekoble ledningene, men må trekke dedikerte rør til hvert tappepunkt.

5 Drøfting

Dette kapittelet drøfter de sentrale funnene fra vår komparative analyse av norske og tyske tappevannsinstallasjoner. Her analyserer vi hvilke konsekvenser forskjellene har for vannskadesikring, vannkvalitet, monteringspraksis og ressurseffektivitet, samt utforsker hvordan regelverk og bransjepraksis påvirker innovasjon.

Kapittelet er strukturert rundt forskjellene mellom landenes tilnærminger, med fokus på motsetningen mellom vannskadesikring og vannkvalitet. Vi drøfter også hvordan regulatoriske rammeverk tolkes i praksis, tekniske utfordringer ved RIR-systemer, økonomiske og miljømessige implikasjoner, samt fremtidsperspektiver for bransjen.

Rapporten som helhet følger en logisk oppbygning der vi først presenterer bakgrunnen for problemstillingen og etablerer det teoretiske grunnlaget for undersøkelsen. Deretter analyserer vi de tekniske og regulatoriske aspektene ved både norske og tyske systemer før vi presenterer våre empiriske funn fra intervjuer og dokumentstudier. I drøftingskapittelet setter vi funnene i sammenheng og vurderer implikasjonene, før vi i konklusjonen besvarer problemstillingen direkte og gir anbefalinger for videre utvikling av tappevannsløsninger i Norge.

5.1 Drøfting av problemstillinger og funn

Det har blitt oppdaget flere interessante motsetninger og funn som fortjener å vurderes nærmere. Rapporten belyser vesentlige forskjeller mellom norske og europeiske (særlig tyske) sanitærinstallasjoner, med fokus på tekniske løsninger, regulatoriske rammeverk, og praktiske konsekvenser.

5.2 Fundamentale forskjeller i tilnærming, vannskadesikring mot vannkvalitet

Den mest fremtredende forskjellen mellom norsk og europeisk praksis synes å være det grunnleggende fokuset i filosofien bak installasjonene. Norge har historisk prioritert vannskadesikring og utskiftbarhet, mens land som Tyskland har lagt større vekt på vannkvalitet og hygiene.

Norske installasjoner domineres av rør-i-rør systemer som skal sikre at lekkasjer oppdages raskt og ledes til synlige steder, samt at rør kan skiftes ut uten større inngrep i bygningskonstruksjonen. Dette kan spores tilbake til 1970-tallets problemer med skjulte kobberrør og de resulterende vannskadene. Som Sintef påpeker i intervjuet: "skadene eksploderte utover 1970-tallet", noe som førte til utviklingen av dagens rør-i-rør-løsninger.

I kontrast står de tyske løsningene, der ringleddningssystemer, presskoblinger og innstøpte rør prioriterer kontinuerlig sirkulasjon av vann for å minimere stillestående vann og bakterievekst. Det tyske fokuset på vannkvalitet reflekteres i standarder som DVGW W 551 og VDI/DVGW 6023, som vektlegger hygienekrav og forebygging av bakteriell forurensning.

Dette reiser spørsmålet om Norge har overkorrigert i retning av vannskadesikring på bekostning av vannkvalitet. Som rapporten påpeker, mangler det komparative studier som dokumenterer om de norske løsningene faktisk gir færre eller mindre omfattende vannskader enn europeiske alternativer. Samtidig fortsetter vannskader å utgjøre en betydelig andel av forsikringsskader i Norge, med "111 000 vannskader i 2023" ifølge Tryg Forsikring.

5.3 Regulatorisk rammeverk, funksjonskrav mot praktisk tolkning

Et interessant paradoks kommer frem i rapporten: TEK17 er i prinsippet et funksjonsbasert regelverk som ikke eksplisitt krever rør-i-rør systemer. Som DIBK understreker: "det står ingen steder i TEK17 at man må bruke rør-i-rør." Likevel har rør-i-rør systemer blitt standardløsningen i norsk boligbygging.

Dette illustrerer gapet mellom regelverkets intensjon og praktiske tolkning. Flere faktorer synes å bidra til denne situasjonen:

1. Konservativ tolkning av funksjonskravene om utskiftbarhet og lekkasjesikring.
2. Ansvarsplassering hos prosjekterende, som velger "trygge" løsninger.
3. Manglende insentiver for å utforske alternative systemer.
4. Etablert bransjepraksis og kompetanse sentrert rundt rør-i-rør-løsninger.

Dette reiser spørsmål om det norske regelverket, til tross for sin funksjonelle tilnærming, i praksis hemmer innovasjon og alternativer. Som Sintef påpeker, har de "flere ganger hatt det oppe til diskusjon om dette kravet til utskiftbarhet bør sees nærmere på", særlig i lys av nyere materialer som gir mindre korrosjon.

Drikkevannsforskriften

Illustrerer en interessant kontrast i den norske tilnærmingen til vanninstallasjoner. Mens forskriften stiller strenge krav til vannkvalitet og hygiene, viser rapportens øvrige funn at det praktiske fokuset i norske sanitærinstallasjoner primært ligger på vannskadesikring fremfor vannkvalitet.

Dette representerer et paradoks i det norske regelverket: Drikkevannsforskriften etablerer ambisiøse standarder for vannkvalitet som skal "være helsemessig betryggende, klart, uten fremtredende lukt, smak eller farge", men de dominerende rør-i-rør løsningene er ikke nødvendigvis optimale for å opprettholde denne kvaliteten gjennom hele distribusjonssystemet. Lange rørstrekk med stillestående vann og temperatursoner som overlapper kan potensielt føre til vannkvalitetsutfordringer, særlig relatert til bakterievekst som legionella.

I motsetning står de tyske løsningene som beskrives andre steder i rapporten, hvor ringledningssystemer og fysisk separerte temperatursoner direkte adresserer vannkvalitetsproblematikk. Dette antyder at de europeiske tilnærmingene kan være bedre egnet til å oppfylle intensjonene i Drikkevannsforskriften enn de tradisjonelle norske installasjonene.

Standard abonnementsvilkår

De tekniske bestemmelsene er relevante for rapportens hovedtematikk, da de stiller detaljerte krav til utførelse og materialer ved etablering av sanitærinstallasjoner. Som med TEK17, legger også disse bestemmelsene betydelig vekt på beskyttelse mot lekkasjer og vannskader, noe som forsterker den norske tilnærmingen til vannskadesikring fremfor vannkvalitet.

I motsetning til TEK17 er Standard abonnementsvilkår ikke rettslig bindende i seg selv, men blir bindende når kommunen vedtar dem lokalt. Denne frivillige ordningen har likevel fått bred oppslutning blant norske kommuner, og vilkårene fungerer i praksis som en bransjestandard som påvirker hvordan sanitærinstallasjoner prosjekteres og utføres.

Sammenlignet med europeiske tilnærminger, reflekterer også Standard abonnementsvilkår det særnorske fokuset på vannskadesikring. Mens tyske standarder som DVGW W 551 og VDI/DVGW 6023 vektlegger vannkvalitet og hygieniske aspekter, er de norske vilkårene mer orientert mot

tekniske løsninger som beskytter bygningen mot vannskader. Dette illustrerer ytterligere den fundamentale forskjellen i prioriteringer mellom norsk og europeisk praksis.

5.4 Funksjonskrav, ansvars plassering og systemiske utfordringer

Utfordringer med funksjonsbasert regelverk i praksis

En interessant dimensjon i den norske tilnærmingen til sanitærinstallasjoner kan knyttes til strukturen av det funksjonsbaserte regelverket i Plan- og bygningsloven. Mens TEK17 er utformet med funksjonskrav som teoretisk skal åpne for innovasjon og ulike tekniske løsninger, reiser funnene i denne rapporten spørsmål om hvorvidt den praktiske virkeligheten faktisk tilrettelegger for slik fleksibilitet, særlig innenfor de tekniske fagene.

Kan det tenkes at det som fra juridisk og forvaltningsmessig perspektiv fremstår som et fleksibelt og fremtidsrettet regelverk, i praksis skaper andre typer utfordringer for prosjekterende og utførende?

Som DIBK påpeker i intervjuet, "står det ingen steder i TEK17 at man må bruke rør-i-rør", men samtidig plasseres ansvaret for tolkningen hos prosjekterende: "det er alltid prosjekterende som må vurdere om installasjonen er lett utskiftbar." Dette reiser spørsmål om hvorvidt denne ansvarsfordelingen skaper en systemisk utfordring – når prosjekterende påtar seg ansvar gjennom erklæring i byggesaken, følger det da også en risiko som kan påvirke deres valg av løsninger?

I møte med et regelverk som gir rom for tolkning, er det kanskje ikke overraskende at prosjekterende ofte velger etablerte løsninger. Hvor realistisk er det å forvente at prosjekterende skal vurdere alle potensielle utfordringer med alternative rørsystemer når konsekvensen av en feilvurdering kan føre til økonomisk ansvar? Dette kan være en medvirkende faktor til at rør-i-rør-systemer har blitt standardløsningen, til tross for at regelverket formelt åpner for alternativer.

Spørsmålet blir ytterligere komplisert av dagens tilsynsordning. Med endringene i byggesakskontrollen og varierende kapasitet hos kommunene til å gjennomføre komplekse tekniske tilsyn, kan man spørre om dagens system balanserer regulering og innovasjon på en hensiktsmessig måte. Er det slik at vi på den ene siden risikerer anlegg som ikke tilfredsstiller grunnleggende krav, mens vi på den andre siden opplever en unødig konservativ bransjepraksis av frykt for ansvar?

Ved eventuelle tilsyn eller tvister reises det også spørsmål om hva som egentlig er "godt nok". Når kravene ikke er kvantifisert, i hvilken grad blir vurderingen et juridisk tolkningsspørsmål snarere enn en teknisk vurdering? Og hvem bærer da den langsiktige risikoen hvis problemer viser seg etter at garantitiden er utløpt?

Det er verdt å reflektere over om utfordringene med funksjonsbaserte krav er begrenset til sanitærinstallasjoner, eller om de representerer et bredere mønster i byggebransjen og teknisk forvaltning. Kan det som for akademikere, jurister og byråkrater fremstår som en rasjonell og effektiv saksbehandling der ansvaret plasseres hos de prosjekterende og utførende ha utilsiktede konsekvenser for samfunnet som helhet?

Når byggesaksbehandlingen ikke lenger kan avvise prosjekter med begrunnelse i konkrete, målbare krav til tekniske løsninger, i hvilken grad forskyves da problemene til senere faser av byggeprosessen eller til byggets driftsfase?

Dette reiser videre spørsmål om de langsiktige konsekvensene av en slik tilnærming. Hva skjer når utfordringer og mangler først oppdages når de har manifestert seg som skader eller funksjonsproblemer?

Er det slik at kostnadene for utbedring da kan overstige det som ville vært nødvendig ved forebyggende kontroll? For sluttkunden enten det er boligkjøpere eller leietakere hvilke reelle muligheter har de for å vurdere den tekniske kvaliteten på installasjoner som er skjult i vegger og gulv?

I et bærekraftperspektiv blir disse spørsmålene enda mer relevante. Når feil i tekniske installasjoner oppdages i ettertid, krever utbedringsarbeidene ofte omfattende inngrep i eksisterende konstruksjoner riving av vegger, oppgraving av stikkledninger, utskifting av membraner. Hvilke miljømessige konsekvenser har slike utbedringer i form av materialavfall, transport, energibruk og nye materialer?

I en tid der bærekraftig utvikling står høyt på agendaen, er det et paradoks at systemet potensielt kan bidra til en betydelig ressursbruk ved reparasjoner og utbedringer? Kunne disse ressursene i stedet vært investert i mer fremtidsrettede og miljøvennlige byggemetoder?

Disse spørsmålene belyser en mulig utfordring i overgangen fra et detaljregulert til et funksjonsbasert byggregime. Hvordan kan vi best balansere fordelene med funksjonskrav mot behovet for klarhet, forutsigbarhet og effektiv kvalitetssikring?

Er det mulig at dagens system, uten tilstrekkelig tydelige, kvantifiserbare kriterier og effektive kontrollmekanismer, kan skape en risikoaversjon som påvirker innovasjon og utforskning av alternative løsninger?

Dette er særlig relevant for rapportens hovedtema om sanitærinstallasjoner, hvor den norske praksisen med rør-i-rør-systemer kan sees i lys av disse bredere problemstillingene. Når prosjekterende står overfor valget mellom en etablert løsning med kjent juridisk aksept rør-i-rør og potensielt interessante tekniske alternativer med mindre klar juridisk status som de tyske ringledningssystemene, hvilke faktorer veier tyngst i deres beslutningsprosess?

Er det teknisk funksjonalitet, vannkvalitet, levetidskostnader – eller er det hensyn til ansvar og juridisk risiko?

Som drøftingen av de komparative aspektene ved norske og europeiske sanitærløsninger viser, er det grunn til å reflektere over hvorvidt dagens regelverkspraksis optimalt fremmer de beste tekniske løsningene. Kan den sterke dominansen av rør-i-rør-systemer i Norge delvis være et resultat av hvordan funksjonskravene tolkes og implementeres, snarere enn en ren vurdering av tekniske fordeler og ulemper? Og hvis så er tilfelle, hva ville være de beste veiene fremover for å balansere behovet for trygghet og forutsigbarhet med åpenhet for innovasjon og potensielt bedre systemer for vannkvalitet, ressursbruk og driftseffektivitet?

En ytterligere dimensjon av denne problemstillingen berører grensesnittet mellom ulike forvaltningsmyndigheter. Hvordan påvirkes for eksempel vann- og avløpsmyndighetene av den samme problematikken? Det kan stilles spørsmål ved om disse sektorene opplever lignende utfordringer med dårlig utførte arbeider, og om dette kan knyttes til de samme systemiske utfordringene i regelverket. Et særlig interessant aspekt er det uavklarte grensesnittet mellom plan- og bygningsmyndighetene på den ene siden og et privatrettslig regelverk, som Standard abonnementsvilkår for vann og avløp, på den andre.

Kan det tenkes at utfordringene forsterkes av at det privatrettslige regelverket som styrer tekniske detaljer og gjennomføring ikke kan håndheves med hjemmel i plan- og bygningsloven? Hvordan påvirker dette muligheten for effektiv kvalitetssikring når ansvarsområder faller mellom to stoler?

For vann- og avløpsetater som har det daglige ansvaret for driften av systemene, kan det oppstå en situasjon der de konfronteres med konsekvensene av dårlig utførte arbeider, men mangler effektive virkemidler for å forebygge problemene i utgangspunktet.

Dette illustrerer hvordan utfordringene med funksjonsbasert regelverk potensielt forsterkes når flere regelregimer og ansvarsområder overlapper, men uten tydelige mekanismer for samordning. Når vann- og avløpstjenester representerer noen av samfunnets mest kritiske infrastrukturer, blir spørsmålet om denne fragmenteringen av ansvar tjener samfunnets langsiktige interesser desto mer presserende.

5.5 Rapporten identifiserer flere tekniske utfordringer ved rør-i-rør-systemene

Monteringsfeil og praktisk utskiftbarhet. Til tross for enkle prinsipper viser intervjuene at monteringsfeil er utbredt i rør-i-rør installasjoner. Tryg Forsikring refererer til "en undersøkelse gjort av en gruppe studenter som viste feil på samtlige av ca. 30 inspiserte rør-i-rør-anlegg." Dette undergraver et av hovedargumentene for rør-i-rør-systemer – deres teoretiske sikkerhet.

Videre påpeker Fagrådet for våtrom at "når det kommer til utskiftbarheten, er dette noe mer usikkert, da Fagrådet vet om ulike utfordringer knyttet til dette." Dette antyder at den teoretiske utskiftbarheten ikke alltid realiseres i praksis, særlig hvis installasjonen ikke er utført korrekt med tilstrekkelig antall bend.

5.6 Temperaturkontroll og legionellarisiko

En spesifikk teknisk utfordring som fremheves er temperaturkontrollen i sjakter og fordelere. I norske installasjoner føres ofte varmt og kaldt vann parallelt, noe som kan føre til uønsket varmesmitte. Fagrådet bekrefter at de "deler gruppens tanker som gjelder utfordring i sjaktoppbygning med hensyn til temperaturer."

Dette representerer ikke bare et energieffektivitetsproblem, men også en potensiell helserisiko knyttet til legionellabakterier, som trives i temperaturområdet 20-45°C. Interessant nok erkjenner Fagrådet at "de aner ikke om det er mer eller mindre vekst av legionella etter at vi byttet til rør-i-rør. Det finnes ingen statistikker eller forskning på dette."

I kontrast står de tyske systemene, som ofte har fysisk separasjon mellom varme og kalde soner, samt kontinuerlig sirkulasjon som reduserer risikoen for stillestående vann og bakterievekst.

5.7 Kompleksitet i større bygg

Det observeres at rør-i-rør-systemer er mindre egnet for komplekse installasjoner i større bygg. Fagrådet for våtrom bekrefter i intervju at det er "store utfordringer med å legge rør-i-rør i større fordelingsnett som sjakter og lignende til større bygg." Dette antyder at den norske standardløsningen har betydelige begrensninger i mer komplekse bygningstyper, der europeiske alternativer kunne tilbudt mer fleksible og effektive løsninger.

5.8 Økonomiske og miljømessige implikasjoner

Rapporten belyser viktige økonomiske og miljømessige konsekvenser av dagens rør-i-rør-dominerte praksis i Norge. Som påpekt i rapportens kapittel om bærekraft, medfører det store materialbehovet i rør-i-rør-systemer ikke bare økte installasjonskostnader, men også et betydelig klimaavtrykk gjennom hele verdikjeden fra ressursuttak til avhending.

Denne observasjonen kan utvides ytterligere ved å vurdere langsiktige økonomiske konsekvenser. Til tross for at rør-i-rør-systemer teoretisk skal redusere kostnadene ved eventuelle lekkasjer, fortsetter vannskader å utgjøre en betydelig del av forsikringsselskapenes utbetalinger.

Med 111.000 vannskader i 2023 og vannskadenes dominerende rolle (80% av skadeutbetalingene) i forsikringsbransjen, er det grunn til å spørre om den økonomiske gevinsten ved rør-i-rør-systemer faktisk realiseres i praksis.

De dokumenterte monteringsfeilene i rør-i-rør-systemer reiser også spørsmål om systemenes faktiske kostnadseffektivitet. Kostnadene ved utbedring av feilmonterte systemer er ikke kvantifisert i rapporten, men representerer potensielt betydelige skjulte kostnader som bør inkluderes i en helhetlig økonomisk vurdering.

Fra et ressursperspektiv er det verdt å merke seg at alternative europeiske systemer ikke bare kan ha lavere materialforbruk, men også potensielt lengre levetid grunnet bedre kontroll med vannkvalitet og temperatur. Dette aspektet ved bærekraft – produktenes totale levetid – er særlig relevant for bygningstekniske installasjoner som forventes å fungere over flere tiår.

I tråd med rapportens påpekning om manglende komparative analyser, er det et presserende behov for:

1. Kvantitative sammenligninger av total materialbruk i ulike systemtyper, inkludert både produksjons- og monteringsfase.
2. Beregninger av klimaavtrykk gjennom hele livssyklusen for forskjellige rørsystemer.
3. Langtidsstudier av driftskostnader og vedlikeholdsbehov for ulike systemtyper.

Sintefs forventning om økt fokus på bærekraft i fremtiden indikerer at bransjen selv erkjenner behovet for en grundigere vurdering av disse aspektene. Dette sammenfaller med økende regulatoriske krav til dokumentasjon av bygningers miljøpåvirkning, noe som ytterligere understreker behovet for mer kunnskapsbaserte valg av tappevannsløsninger der både sikkerhet, funksjonalitet, økonomi og miljøpåvirkning vurderes i sammenheng.

5.9 Mangel på sammenlignbar statistikk og forskningsgrunnlag

Et gjennomgående tema i rapporten er mangelen på solid empirisk grunnlag for å sammenligne effektiviteten av norske og europeiske løsninger. Flere kritiske kunnskapsgap identifiseres:

1. Mangel på oppdatert skadestatistikk (VASK-statistikken beskrives som "for dårlig" og ikke revidert siden "2008-2009").
2. Fravær av komparativ statistikk mellom Norge og andre europeiske land.
3. Manglende forskning på legionellaforekomst i ulike systemtyper.
4. Utilstrekkelig dokumentasjon av faktisk utskiftbarhet i praksis.

Dette kunnskapsgapet gjør det vanskelig å vurdere om de særnorske løsningene faktisk oppnår sine mål om reduserte vannskader, og om dette eventuelt oppveier ulempene knyttet til vannkvalitet, kompleksitet og ressursforbruk.

5.10 Fremtidsperspektiver og potensielle endringer

Basert på rapportens funn kan flere faktorer drive en fremtidig endring i norsk praksis:

Materialutvikling

Som Sintef påpeker, har nyere materialer redusert korrosjonsproblematikken som var en hovedårsak til de strenge utskiftbarhetskravene. Dette svekker det historiske argumentet for dagens strenge krav.

Økt fokus på vannkvalitet og hygiene

Med økende bevissthet om problemer som legionella og andre vannbårne bakterier, kan balansen mellom vannskadesikring og vannkvalitet forskyves. De tyske løsningene, med sitt fokus på hygiene og kontinuerlig sirkulasjon, tilbyr potensielle fordeler i denne sammenhengen.

Harmonisering med EU

Norge er som EØS-medlem forpliktet til å harmonisere sine standarder med EU over tid. Ettersom europeiske standarder som NS-EN 806-serien implementeres, kan dette gradvis påvirke norsk praksis i retning av europeiske løsninger.

Bærekraft og ressurseffektivitet

Økende fokus på bærekraft og ressurseffektivitet kan favorisere løsninger som krever mindre materialer og har lavere miljøavtrykk.

6 Konklusjon

Hvilke forskjeller eksisterer mellom norske og tyske tappevannsinstallasjoner, med særlig fokus på tekniske løsninger, regulatoriske rammeverk og underliggende prioriteringer?

Denne rapporten tar på seg å analysere hvordan norske rør-i-rør-systemer skiller seg fra tysk installasjonsmetode og vurderer hvilke konsekvenser disse forskjellene har for vannskadesikring, vannkvalitet, monteringspraksis og ressurseffektivitet. Videre undersøker rapporten hvordan det norske regelverket og etablert bransjepraksis påvirker innovasjon og implementering av alternative tekniske løsninger i sanitærbransjen.

6.1 Svar på problemstillingen

Basert på vår komparative analyse av norske og tyske tappevannsinstallasjoner kan vi konkludere at det eksisterer fundamentale forskjeller mellom systemene, både i tekniske løsninger, regulatoriske rammeverk og underliggende prioriteringer.

Den mest fremtredende forskjellen ligger i grunnfilosofien som preger de ulike tilnærmingene. Norske installasjoner, dominert av rør-i-rør-systemer, prioriterer primært vannskadesikring og utskiftbarhet. Dette har historiske røtter i erfaringer fra 1970-tallets problemer med skjulte kobberrør og resulterende vannskader. I kontrast står de tyske løsningene som vektlegger vannkvalitet og hygiene, med systemer designet for optimal vannsirkulasjon, temperaturkontroll og forebygging av bakterievekst.

De regulatoriske rammeverkene reflekterer disse ulike prioriteringene. Mens det norske regelverket, særlig TEK17, fokuserer på funksjonskrav knyttet til lekkasjesikring og utskiftbarhet, legger tyske standarder som DVGW W 551 og VDI/DVGW 6023 vekt på systematisk vannhygiene, regelmessig vannutskiftning og temperaturkontroll. Den tyske tilnærmingen er forankret i prinsippet om at "drikkevann er mer enn et næringsmiddel" og må beskyttes gjennom hele distribusjonssystemet.

Teknisk sett representerer norske rør-i-rør systemer og tyske pressfittingsystemer to distinkte løsningsmodeller. Norske rør-i-rør systemer karakteriseres av et dobbelt rørsystem med indre vannrør (typisk PEX) og ytre beskyttelsesrør, samt fordelerskap med dreneringsløsning. De tyske systemene benytter oftere flerlagsrør med pressfittings i ringledningskonfigurasjoner som prioriterer kontinuerlig vannsirkulasjon og minimering av stillestående vann.

Vår undersøkelse avdekker også at dominansen av rør-i-rør-systemer i Norge ikke primært skyldes dokumenterte tekniske fordeler, men snarere en konservativ tolkning av funksjonskrav og en etablert bransjekultur. Intervjuene med faginstanser som SINTEF, DIBK, Fagrådet for våtrom og Tryg Forsikring indikerer at selv om TEK17 teoretisk åpner for alternative løsninger, motvirker ansvarsfordelingen i praksis innovasjon, siden prosjekterende tenderer til å velge "trygge" løsninger for å unngå potensielt ansvar.

Rapporten identifiserer flere tekniske utfordringer ved de dominerende rør-i-rør-systemene, herunder dokumenterte monteringsfeil, praktiske utfordringer med utskiftbarhet, temperaturkontroll i sjakter og problemer med implementering i større bygg. Særlig bekymringsfullt er mangelen på forskning og statistikk omkring legionellisikring i ulike systemtyper, samt fraværet av komparativ statistikk som kan dokumentere om de norske løsningene faktisk gir bedre resultater enn europeiske alternativer.

Fra et ressurs- og bærekraftperspektiv medfører de norske rør-i-rør -systemene et betydelig høyere materialforbruk enn alternativer, noe som både øker kostnadene og miljøavtrykket. Dette står i kontrast til økende fokus på ressurseffektivitet og miljøhensyn i byggebransjen.

Intervjuene tyder på at fagmiljøene er åpne for å revurdere dagens strenge krav til utskiftbarhet, spesielt i lys av nyere materialer med redusert korrosjonsrisiko. Både tekniske fordeler, bedre vannhygiene, temperaturkontroll, økonomiske hensyn og bærekraftperspektiver taler for en slik revurdering.

For fremtiden ser vi potensial for hybridløsninger som kombinerer de beste aspektene fra begge tradisjoner, eksempelvis modifiserte ISI-boksløsninger med integrerte dreneringspunkter og sensoriske løsninger for lekkasjemonitorering. En modernisering av regelverket forutsetter imidlertid bedre dokumentasjon, klarere retningslinjer fra myndighetene og en mer balansert tilnærming som vektlegger både vannskadesikring, vannkvalitet og ressurseffektivitet.

Avslutningsvis kan vi konkludere med at de fundamentale forskjellene mellom norske og tyske tappevannsinstallasjoner ikke primært er teknologisk betinget, men reflekterer ulike prioriteringer og fagtradisjoner. En mer helhetlig tilnærming som integrerer både vannskadesikring og vannkvalitetshensyn kan potensielt gi bedre, mer bærekraftige løsninger for fremtidens sanitærinstallasjoner.

6.2 Erttanke og veien videre

En modernisering av regelverket forutsetter imidlertid bedre dokumentasjon, klarere retningslinjer fra myndighetene og en mer balansert tilnærming som vektlegger både vannskadesikring, teknisk funksjonalitet og ressurseffektivitet. Gjennom arbeidet med denne rapporten har vi fått et unikt innblikk i ulike tilnærminger til tappevannsinstallasjoner, og vi ser at de norske og tyske løsningene representerer to distinkte faglige tradisjoner med ulike prioriteringer. Vår komparative analyse har avdekket et potensial for å revurdere gjeldende praksis og regelverk i Norge, ikke for å erstatte dagens systemer fullstendig, men for å skape rom for innovasjon og teknologisk utvikling som kan kombinere det beste fra begge tradisjoner.

Hybridløsning med utskiftbarhet gjennom lettvegg

En interessant mulighet som har kommet frem gjennom vår analyse er utvikling av hybridløsninger som kombinerer de beste prinsippene fra både norske og tyske systemer. Fra intervjuet med DIBK fremkommer det at "å åpne en lettvegg tilfredsstiller kravet til lett utskiftbart", og at så lenge man ikke bryter brannskille eller må rive bærende konstruksjoner, vil man kunne være innenfor utskiftbarhetskravet. Dette åpner for muligheten til å anvende europeiske løsninger som pressfittings og ringledninger i lette konstruksjoner.

Teknisk løsning med modifiserte ISI-bokser

Uponor Smart ISI-bokser representerer en lovende plattform for en slik hybridtilnærming. Disse er designet for installasjon i skilleveggsystemer og består av et varmeisolerende, kondensfritt isolasjonselement med ferdigmonterte, tilkoblingsklare tappevannskomponenter.

En tilpasning av disse boksene med følgende modifikasjoner kan møte både norske og tyske standarder.

Integrert dreneringspunkt

Ved å bygge om ISI-boksene med et dreneringspunkt for lekkasjevann som leder til et synlig sted, kan man ivareta TEK17s krav om at lekkasjer skal oppdages.

Sløyfeinstallasjon

Boksene kan kobles i en hygienisk sløyfeinstallasjon for å unngå stagnasjon i systemet, noe som er et sentralt konsept i tyske vannhygieneløsninger.

Termisk isolasjon - Boksene sørger allerede for kontinuerlig varmeisolasjon, noe som reduserer risikoen for temperaturoverføring mellom varmt og kaldt vann.

Digitale og sensoriske løsninger for lekkasjemonitorering

En interessant utvidelse av hybridkonseptet er å implementere moderne sensoriske løsninger for å oppfylle kravet om synliggjøring av lekkasjer. Slike systemer kan omfatte:

Smarte vannmålere

Systemer som kontinuerlig analyserer vannforbruksmønstre og kan detektere uregelmessigheter som indikerer lekkasje. Disse kan integreres med bygningens sentrale driftskontrollsystem.

Trådløse fuktsensorer

Strategisk plasserte sensorer i rørsystemets kritiske punkter som kan detektere fukt og sende varsel via bygningens smarthussystem, SD anlegg eller direkte til mobiltelefon.

Automatiske stengeventiler

Systemer som automatisk stenger vanntilførselen ved detektering av uvanlige forbruksmønstre eller lekkasje, kombinert med varslingsmekanismer.

Fordelen med disse digitale løsningene er at de ikke bare oppdager lekkasjer, men at de kan gjøre det tidligere enn tradisjonelle metoder, ofte før omfattende vannskader oppstår. Dette kan potensielt tilfredsstille TEK17s intensjon om å forhindre skader på bygningsdeler, samtidig som det åpner for bruk av mer ressurseffektive rørsystemer.

Veien videre

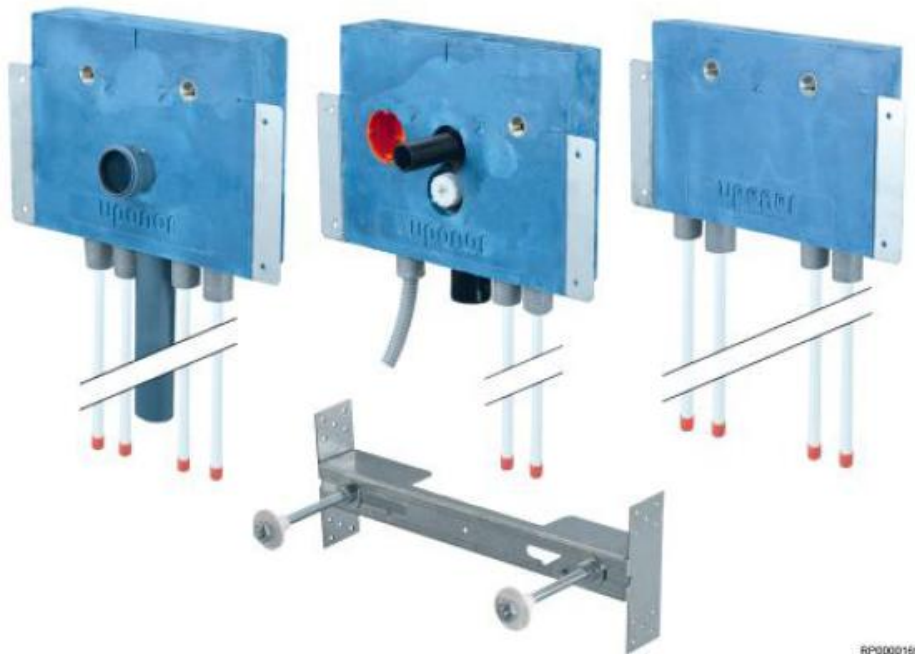
En modernisering av det norske regelverket forutsetter bedre dokumentasjon av faktiske forhold. Vi ser et tydelig behov for oppdatert skadestatistikk som kan gi et reelt bilde av vannskadeproblematikken og systematisk forskning på vannkvalitet i ulike systemtyper, særlig med tanke på legionellaproblematikk. Dette vil gi både myndigheter og bransje et mer solid beslutningsgrunnlag for fremtidige endringer.

Videre anbefaler vi:

Pilotprosjekter med hybridløsninger

Etablering av demonstrasjonsprosjekter der modifiserte ISI-bokser med integrerte sensoriske systemer implementeres i norske bygg under kontrollerte forhold. Slike prosjekter bør følges opp med langsiktig dokumentasjon av både funksjonalitet, vannkvalitet og eventuelle lekkasjer.

Uponor ISI-bokser



Figur 6: Illustrerer prinsippet for Uponor ISI-bokser (Uponor AS, 2020)

Livssyklusanalyser

Fremtidens tappevannsløsninger bør evalueres basert på livssyklusanalyser som inkluderer total materialbruk, energieffektivitet under drift og forventet levetid. Dette er særlig viktig i et bærekraftperspektiv.

Kunnskapsutveksling

Økt dialog mellom norske og europeiske fagmiljøer kan bidra til bedre forståelse for ulike tilnærminger og mulige synergier. Vi anbefaler at norske fagfolk, både fra utdanningsinstitusjoner, forskningsinstitusjoner og utførende ledd, deltar aktivt i europeiske fagnettverk.

Regulatorisk fleksibilitet for teknologiske løsninger

DIBK bør vurdere å utarbeide spesifikke retningslinjer for hvordan digitale og sensoriske løsninger kan tilfredsstille kravene i TEK17, særlig med tanke på synliggjøring av lekkasjer og beskyttelse mot vannskader.

Våre funn indikerer at det er mulig å finne løsninger som oppfyller norske myndighetskrav til vannskadesikring samtidig som de ivaretar vannkvalitet og ressurseffektivitet. Dette forutsetter en åpen faglig dialog og villighet til å utfordre etablerte praksiser på en konstruktiv måte, samtidig som vi omfavner nye teknologiske muligheter som kan gi bedre totalløsninger for fremtidens bygninger.

7 Referanser

Angell, L. (2025, 4 8). Seksjonsleder Takst. (M. Hansen, Intervjuer)

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (2013). *Energieeinsparverordnung (EnEV)*. Berlin: Bundesanzeiger Verlag. Hentet fra https://www.bbsr-geg.bund.de/GEGPortal/DE/Archiv/EnEV/EnEV2013/2013_node.html

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW). (2020). *DVGW Arbeitsblatt W 557: Reinigung und Desinfektion von Trinkwasser-Installationen*. Bonn: DVGW. Hentet fra https://shop.wvgw.de/media/d4/a2/d1/1660563864/110813_lp_W_557_2020_05.pdf

Deutsches Institut für Normung (DIN). (1985). *DIN 4102-11:1985-12 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Rohrummantelungen, Rohrabschottungen, Installationsschächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen*. Berlin: Beuth Verlag. Hentet fra <https://www.dinmedia.de/en/standard/din-4102-11/1264852>

Deutsches Institut für Normung (DIN). (2010). *DIN EN 806-4:2010-06 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 4: Installation*. Berlin: Beuth Verlag. Hentet fra <https://www.dinmedia.de/en/standard/din-en-806-4/3d94d8cb-6b3d-431e-94f3-869e7fd85f0e>

Deutsches Institut für Normung (DIN). (2012). *DIN 1988-300:2012-05 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW*. Berlin: Beuth Verlag GmbH. Hentet fra <https://dx.doi.org/10.31030/1888758>

Deutsches Institut für Normung (DIN). (2012). *DIN 1988-serie: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen*. Berlin: Beuth Verlag. Hentet fra <https://www.dinmedia.de/en/standard/din-1988-serie>

Direktoratet for Byggkvalitet. (2015, 03). *dibk.no*. Hentet fra Byggteknisk forskrift: https://www.byggforsk.no/dokument/2615/roer-i-roer-systemer_for_vannforsyning

Direktoratet for Byggkvalitet. (2017, 09 15). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet fra Dibk.no: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/vi/13-15>

Direktoratet for Byggkvalitet. (2017). *Dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift*. Hentet fra Dibk.no: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>

Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Lovdata*. Hentet fra Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift): <https://lovdata.no/forskrift/2010-03-26-489>

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2004). *DVGW W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen*. Bonn: DVGW.

DVGW, (. V.-u. (2004). *DVGW*. Hentet fra DVGW-Arbeitsblatt W 551: www.dvgw.de

DVGW, (. V.-u. (2009). *DVGW Arbeitsblatt W 542: Mehrschichtverbundrohre in der Trinkwasser-Installation – Anforderungen und Prüfungen*. Bonn: DVGW. Hentet fra <https://www.dinmedia.de/en/technical-rule/dvgw-w-542/124309221>

Finans Norge. (2024). *VASK – Vannskadestatistikk*. 2024: Finans Norge.

- Fiskum, L.-E. (2025, 3 3). Seniorforsker. (O. M. Røsholm, Intervjuer)
- Hansen, B. (2025, 3 28). Fagsjef. (M. Hansen, Intervjuer)
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2016, 12 22). *Lovdata Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften)*. Hentet fra Lovdata.no:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868>
- KI-model Anthropic. (2025). *Claude*. Hentet fra CLaude.ai: <https://www.anthropic.com/claude>
- Kommunal- og distriktsdepartementet. (2008, 06 27). *Lovdata*. Hentet fra Lovdata.no:
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Kommuneforlaget. (2017). *Va-norm Standard abonnementsvilkår for vann og avløp*. Hentet fra Va-Norm: <https://va-norm.no/content/uploads/2020/06/Abonnementsvilk%C3%A5r-for-vann-og-avl%C3%B8p-Administrative-bestemmelser-inkl-vedlegg-Molde.pdf>
- Kommunenenes Sentralforbund (KS). (1950). *Normalreglement for sanitæranlegg: Tekniske bestemmelser med utfyllende regler, tabeller og diagrammer*. Oslo: Kommuneforlaget.
- Lovdata. (2016, 12 22). Hentet fra lovdata.no: <https://lovdata.no>
- Nederland, V. (u.d.). De Competentie van Viega voor het kostbaarste goed. *Drinkwater De Competentie van Viega voor het kostbaarste goed*. Nederland: Viega Nederland.
- Norsk Folkemuseum. (u.d.). *Norskfolkemuseum.no/hygiene*. Hentet fra Norskfolkemuseum.no:
<https://norskfolkemuseum.no/Hygiene>
- Norsk Folkemuseum. (u.d.). *Norskfolkemuseum.no/vann*. Hentet fra Norskfolkemuseum.no:
<https://norskfolkemuseum.no/Vann>
- Riise, E. (2022). *Veileder for sikker vannforsyning i bygg (Norsk Vann rapport 266/2022)*. Norsk Vann.
- RørNorge. (2025). *Rørhåndboka 2025*. Oslo: Rørentreprenørene Norge.
- Sandli, K. H. (2025, 3 20). Sjefingeiør. (O. M. Røsholm, Intervjuer)
- SINTEF. (2017, 10).
https://www.byggforsk.no/dokument/5182/bruk_av_prefabrikkerte_vaatromsmoduler_prosjekteringshensyn. Hentet fra Byggforsk.no:
https://www.byggforsk.no/dokument/5182/bruk_av_prefabrikkerte_vaatromsmoduler_prosjekteringshensyn
- SINTEF Byggforsk. (2025). *Byggebransjens våtromsnorm (BVN)*. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- SINTEF Byggforsk. (u.d.). *Byggforskserien*. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- SITEF Byggforsk. (2019). *Sjakt med vann- og avløpsinstallasjoner*. Oslo: SINTEF. Hentet fra
https://www.byggforsk.no/dokument/571/sjakt_med_vann_og_avloepsinstallasjoner
- Standard Norge. (2018). *NS-EN 806-serien: Krav til tappevannsinstallasjoner i bygninger*. Oslo: Standard Norge. Hentet fra <https://doi.org/10.3403/BSEN806>
- Umweltbundesamt (UBA). (2021). *Positivliste des Umweltbundesamtes für Materialien in Kontakt mit Trinkwasser*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Uponor AS. (2020). Teknisk informasjon. *Uponor MLC tappevann og oppvarming(V1)*, 112.

- VDI, V. D. (2018). *VDI 2035 Blatt 1: Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung und korrosive Wasserbestandteile*. Düsseldorf: VDI. Hentet fra <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2035-vermeidung-von-schaeden-durch-korrosion-und-steinbildung-in-warmwasser-heizungsanlagen>
- VDI, V. D. (2019). *VDI 2055 Blatt 1: Thermische Isolierung technischer Anlagen – Berechnungsregeln für den Wärme- und Kälteschutz*. Düsseldorf: VDI. Hentet fra <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2050-blatt-1-anforderungen-an-technikzentralen-planungsgrundlagen>
- VDI, V. D. (2019). *VDI 2055 Blatt 1: Thermische Isolierung technischer Anlagen – Berechnungsregeln für den Wärmeschutz*. Düsseldorf: VDI. Hentet fra www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2055-blatt-1-waerme-und-kaelteschutz-von-betriebstechnischen-anlagen-in-der-industrie-und-in-der-technischen-gebaeudeausruestung-berechnungsgrundlagen
- VDI/DVGW, (. D.-u. (2013, April). *VDI/DVGW 6023: Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung*. Düsseldorf: VDI. Hentet fra <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-dvgw-6023-hygiene-in-trinkwasser-installationen-anforderungen-an-planung-ausfuehrung-betrieb-und-instandhaltung>
- Ødegaard, H. (2014). *Vann- og avløpsteknikk*. Norsk Vann .