



Mai | 2024

Bakgrunn og underlag for rapport 288/2024

- Dimensjonering av mindre avløpsanlegg



Norsk Vann

Det utgis tre typer rapporter:

Rapportserie A

Dette er de opprinnelige hovedrapportene.

Dette kan være:

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

Fortløpende nummer xx-årstall

Rapportserie B

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

Fortløpende nummer Bxx-årstall

Rapportserie C

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

Fortløpende nummer Cxx-årstall



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

Mai 2024

ISSN 1890-8802 (elektronisk utg.)
ISBN 978-82-414-0487-0



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

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

Innholdsfortegnelse

Formål	2
1 Bakgrunn	2
1.1 Status og gjeldende praksis	2
1.2 Mål	3
1.3 Avgrensninger	3
2 Vurderinger og grunnlag for veiledningen	3
2.1 Overordnede vurderinger	3
2.2 Dimensjonerende mengder	6
2.2.1 Spesifikk vannmengde for dimensjonering av større renseanlegg	6
2.2.2 Spesifikk vannmengde (q_{dim}) for dimensjonering av mindre avløpsanlegg	8
2.2.3 Dimensjonerende vannmengde for ulike renseløsninger	9
2.2.4 Dimensjonerende gråvannsmengde	10
2.3 Dimensjonering av avløpsanlegg <50 pe i spredt bebyggelse	10
2.3.1 Dimensjonerende størrelser for organisk og hydraulisk belastning	10
2.3.2 Behov for flere dimensjoneringskriterier	11
2.3.3 Konsekvenser av hydraulisk vs. organisk overbelastning	12
2.3.4 Dimensjonering basert på bebyggelsens størrelse og beskaffenhet	14
2.3.5 Bestemmelse av hydraulisk døgnbelastning – antall sengeplasser	15
2.3.6 Bestemmelse organisk stoffbelastning – antall pe	17
2.3.7 Dimensjonering av fritidsboliger, turistbedrifter og lignende virksomhet	22
2.3.8 Dimensjonering av minimum slamlagringskapasitet	23
2.4 Behov for ny praksis ved dimensjonering av slamavskillere	24
2.5 Skaleringsfaktor for fellesanlegg	25
2.5.1 Utledning av skaleringsfaktor basert på Norsk Vann rapport B20	26
2.5.2 Anbefaling av skaleringsfaktor	31
2.6 Fordrøyning	32
3 Referanser	33
4 VEDLEGG - Kunnskapsunderlag	34
4.1 Eksisterende regelverk og veiledninger	34
4.1.1 Forskrifter	34
4.1.2 Standarder	34
4.1.3 VA/Miljø-blader	36
4.1.4 Veiledninger	38
4.1.5 Norsk Vann lærebok, Vann- og avløpsteknikk (2014)	41
4.2 Praksis og erfaringer fra andre land	42

Formål

Denne rapporten beskriver underlag og bakgrunn for ny veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg (< 50 pe). Selve veiledningen, «*Veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg (<50 pe)*», er utformet som et eget dokument med konkret beskrivelse av *hvordan* mindre avløpsanlegg skal dimensjoneres. Denne rapporten gir utfyllende informasjon om bakgrunn og underlag for den nye dimensjoneringspraksisen.

1 Bakgrunn

1.1 Status og gjeldende praksis

Mangel på enhetlige retningslinjer og dimensjoneringsgrunnlag for avløpsanlegg < 50 pe medfører ulik praksis fra kommune til kommune, fra prosjekterende til prosjekterende og fra anleggstype til anleggstype. Manglede retningslinjer og varierende praksis resulterer i mange tilfeller i feildimensjonering med tilhørende miljømessige og økonomiske konsekvenser.

I dag prosjekteres mindre avløpsanlegg for sanitært avløpsvann ofte med en kapasitet på 5 pe per helårsbolig og et gitt antall sengeplasser for fritidsbolig, uten faktisk vurdering av hvorvidt dette er tilstrekkelig for den aktuelle bebyggelsen. Personekvivalent (pe) er knyttet til organisk belastning, og 1 pe tilsvarer en tilført mengde organisk stoff på 60 gram BOF₅ per døgn. Dimensjonering for hydraulisk kapasitet følger i dag dimensjoneringen av organisk stoff uten at det gjøres noen videre vurdering. I praksis benyttes derfor pe også som dimensjonerende størrelse for hydraulisk belastning. Det finnes imidlertid ingen "offisiell" definisjon av pe som dimensjonerende størrelse for hydraulisk kapasitet, men intuitivt tolkes det som 1 pe vannforbruk tilsvarer vannforbruket til 1 person. Av årsaker som vil belyses i kap. 2.2 benyttes det i dag ulik dimensjonerende vannmengde for henholdsvis minirensesanlegg (150 liter/(døgn·pe)) og øvrige mindre renseløsninger (200 liter/(døgn·pe)).

Gjeldende praksis helårsbolig

Selv om 5 pe per bolig er ment som et minimum, blir dette i mange tilfeller forvaltet som et absolutt krav. Avløpsanlegg blir derfor i liten grad dimensjonert for høyere belastning enn 5 pe per bolig, selv om det er egenskaper ved bebyggelsen og bruken av denne som tilsier at anlegget burde vært dimensjonert for en høyere belastning. Spesielt med tanke på hydraulisk kapasitet vil denne dimensjoneringspraksisen kunne resultere i at det etableres anlegg som ikke håndterer den faktiske belastningen. Det bygges i dag større boliger med høyere sanitærstandard og økt forekomst av utleieenheter. Sammen med demografiske endringer er dette faktorer som gjør at praksisen med å dimensjonere med 5 pe per helårsbolig vil medføre at mange avløpsanlegg som etableres vil være underdimensjonerte.

Gjeldende praksis fritidsbolig

Når det gjelder fritidsboliger er dagens praksis å dimensjonere avløpsanlegg ut fra et gitt antall sengeplasser. Ofte benyttes 5-6 sengeplasser som en «standard», uten ytterligere vurdering av det faktiske antall sengeplasser fritidsboligen har. Gjeldende anbefaling er at store fritidsboliger og fritidsboliger med høy sanitærstandard skal dimensjoneres som for helårsboliger. Imidlertid bygges det stadig større fritidsboliger, med mange sengeplasser og høy sanitærstandard. I tillegg benyttes mange fritidsboliger i større grad som en bolig nummer to enn som en tradisjonell fritidsbolig. Mange hytteområder ligger i tillegg i sårbare og marginale områder i fjellet og langs kysten, noe som ytterligere setter krav til behovet for tilfredsstillende og tilstrekkelig dimensjonering av avløpsanlegg.

Forurensningsforskriften setter krav til at renseanlegg skal dimensjoneres for *den største ukentlige mengde organisk stoff* som samlet går til overløp, renseanlegg eller utslippspunkt i løpet av året. I TEK 17 §15-8 stilles det krav til at anlegg for sanitært avløpsvann (spillvann/husholdningsavløp) må dimensjoneres for *største forventede belastning*. For å ivareta disse kravene må det i forbindelse med dimensjonering av mindre avløpsanlegg forutsettes at det foretas en vurdering av hvor mange personer som det er rimelig å anta vil benytte boligen/fritidsboligen når bebyggelsens maksimale potensiale utnyttes. Dette innebærer at det er behov for å endre praksis, og gå bort fra at anlegg dimensjoneres for 5 pe per helårsbolig og 5-6 sengeplasser for fritidsbolig, uten at det gjøres noen vurdering av hvor mange personer som potensielt kan bebo boligen/oppholde seg i fritidsboligen.

1.2 Mål

Hovedmålsetningen med å utarbeide veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg er å sikre at nye anlegg, samt eksisterende anlegg som skal rehabiliteres, blir dimensjonert for å håndtere den faktiske belastningen fra bebyggelsen som er koblet til anlegget, når bebyggelsens potensiale utnyttes. Øvrige mål med prosjektet er å styrke kommunenes veiledningsfunksjon ut mot eiere og foretak som skal etablere eller rehabilitere et anlegg, og i tillegg sikre mer enhetlig praksis på tvers av kommunegrensene.

Det er vektlagt at veiledningen som er utarbeidet skal være oversiktlige og enkel i bruk, samt at den er tilpasset de tiltenkte brukere av veiledningen, i første rekke prosjekterende for mindre avløpsanlegg og kommunale saksbehandlere.

Gjennom arbeidet med veiledningen er det kommet innspill om at anbefalt dimensjonering bør differensiere mellom henholdsvis, hydraulisk kapasitet, kapasitet for behandling av organisk stoff og slamlagringskapasitet. Dette innspillet har blitt tatt til følge i det videre arbeidet og veiledningen differensierer derfor mellom disse tre dimensjoneringskriteriene.

1.3 Avgrensninger

Den utarbeidede veiledningen gjelder primært for dimensjonering av mindre avløpsanlegg for sanitært avløpsvann fra helårsboliger og fritidsboliger, men vil også kunne benyttes for turistbedrifter og lignende virksomhet omfattet av i kap. 12 i forurensningsforskriften. I prosjektet er det vektlagt å etablere en mest mulig felles veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg (<50 pe), uavhengig av type bebyggelse. Veiledningen omfatter dimensjonering av anlegg for sanitært avløpsvann, med anbefalinger både for totalavløp og gråvann.

Veiledningen omfatter ikke dimensjonering av enhetsprosesser og detaljert dimensjonering av konkrete renseløsninger. Her henvises det til Vannstandard¹. Dimensjonering av minirenses-anlegg, slamavskiller og filterareal i infiltrasjonsanlegg er imidlertid kommentert kort i veiledningen.

2 Vurderinger og grunnlag for veiledningen

2.1 Overordnede vurderinger

Veiledningen som er utarbeidet i dette prosjektet gir grunnlag for bestemmelse av anleggsstørrelse som skal sikre nødvendig *hydraulisk kapasitet* og tilstrekkelig *behandlingskapasitet for organisk stoff*, samt *slamlagringskapasitet* for mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse. Veiledningen tar ikke for seg dimensjonering av enhetsprosesser og rensetrinn, men kommenterer kort dimensjonering av

¹ Vannstandard vil erstatte tidligere dimensjoneringsveiledninger utgitt som VA-Miljøblad

minirensesanlegg, slamavskiller og filterareal i infiltrasjonsanlegg. Det vises til Vannstandard for dimensjonering av mindre avløpsanlegg som er relevante for spredt bebyggelse. Det foreslås likevel en endring i dimensjoneringspraksis for slamavskillere. Dette diskuteres i kap. 2.4.1.

Dimensjoneringskriterier

Veiledningen for dimensjoneringen av mindre avløpsanlegg differensieres for tre dimensjoneringskriterier. Ved bruk av veiledningen skal man kunne:

1. Bestemme den *største hydrauliske døgnbelastningen* som kan forventes tilført avløpsanlegget i løpet av anleggets levetid, basert på tilkoblede bygningers beskaftenhet. Ut fra dette velge avløpsanlegg med tilstrekkelig hydraulisk kapasitet
2. Bestemme *største ukentlige organiske stoffbelastning* som forventes tilført avløpsanlegget i løpet av anleggets levetid, basert på tilkoblede bygningers beskaftenhet. Ut fra dette velge avløpsanlegg med tilstrekkelig behandlingsskapasitet for organisk stoff
3. Bestemme behov for *minimum slamlagringskapasitet* for det valgte rensesanlegget

Ved dimensjonering av **hydraulisk døgnbelastning** vil det tas utgangspunkt i:

- *det største forventede antall personer som vil benytte bygningen over et kortere tidsrom (et par dager), når bebyggelsens maksimale potensiale utnyttes.* Ref. krav i TEK17.

For hydraulisk belastning benyttes **antall sengeplasser**, der en sengeplass tilsvarer 150 liter/døgn for totalavløp og 125 liter/døgn for gråvann, som dimensjonerende størrelse:

- Dimensjonerende vannmengde (q_{dim}) for totalavløp: 150 liter/(sengeplass·døgn)
- Dimensjonerende vannmengde (q_{dim}) for gråvann: 125 liter/(sengeplass·døgn)

Ved dimensjonering av **organisk stoffbelastning** vil det tas utgangspunkt i:

- *den største ukentlige mengde organisk stoff som samlet går til overløp, rensesanlegg eller utslippspunkt i løpet av året.* Ref. krav i forurensningsforskriften

For organisk stoffbelastning benyttes **antall personekvivalenter (pe)**, i betydningen 1 pe = 60 gram BOD₅/døgn, som dimensjonerende størrelse:

- Dimensjonerende stoffbelastning for totalavløp: 1 pe
- Dimensjonerende stoffbelastning for gråvann: 2/3 pe

Ved dimensjonering av **minimum slamlagringskapasitet** må det i første rekke sikres at slamlageret har tilstrekkelig størrelse til at anlegget kan tømmes før slamlagringskapasiteten overskrides, innenfor rammene av slamtømmeordningen som den aktuelle kommunen tilbyr. I denne vurderingen anbefales det å forutsette at anleggets kapasitet for behandling av organisk stoff utnyttes fullt ut.

Bakgrunnen for at veiledningen anbefaler tre dimensjoneringskriterier diskuteres nærmere i kap. 2.3.2.

Krav i forurensningsforskriften

Forurensningsforskriften setter krav til at avløpsanleggets størrelse i pe beregnes på grunnlag av største ukentlige mengde som samlet går til overløp, rensesanlegg eller utslippspunkt i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som for eksempel skyldes kraftig nedbør. Personekvivalent (pe) defineres som den mengde organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk målt over fem døgn, BOD₅, på 60 gram oksygen per døgn. Ved dimensjonering av mindre avløpsanlegg må det sikres at dette ivaretas, og veiledningen beskriver spesifikt hvordan organisk stoffbelastning basert på pe skal bestemmes.

Funksjonskrav i TEK 17

Den overordnede målsetningen for utarbeidelsen av en veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg er at denne skal bidra til at anlegg som etableres eller rehabiliteres tilfredsstillende §15-8, punkt 4 a) i TEK 17. Her stilles det krav til at anlegg for sanitært avløpsvann (spillvann) må prosjekteres og utføres slik at *avløpsvann bortledes i takt med tilført vannmengde*, og slik at god helse ivaretas. Dette stiller i særdeleshet krav til dimensjoneringen av den hydrauliske kapasiteten til anlegget. Veiledningen til TEK 17 utdyper videre at anlegg for sanitært avløpsvann (spillvann) må dimensjoneres for *største forventede belastning*. For å sikre at kravet i TEK oppfylles må ethvert avløpsanlegg dimensjoneres slik at det har tilstrekkelig hydraulisk kapasitet til å håndtere den største forventede belastningen som anlegget vil motta, ut fra den tilknyttede bebyggelsens størrelse og beskaffenhet.

Dette er utgangspunktet for utarbeidelse av veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg. Det forutsettes da at det i hvert enkelt tilfelle foretas en vurdering av hvor mange personer det er rimelig å anta vil benytte bebyggelsen når det maksimale potensialet utnyttes. Det er altså ikke tilstrekkelig å legge til grunn antall personer som benytter bebyggelsen ved søknadstidspunktet.

Dimensjonering basert på bebyggelsens beskaffenhet

Ved å dimensjonere for største forventede belastning ut fra bebyggelsens beskaffenhet vil mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse ha forutsetninger for å fungere også i forbindelse med besøk av venner og familie over flere dager. Slik dimensjoneringspraksis vil ta høyde for at avløpsanlegg for en gitt bebyggelse på et senere tidspunkt kan bebos/benyttes av flere personer enn det som ble forutsatt på søknadstidspunktet. Det legges til grunn at det maksimale antall personer som på et gitt tidspunkt vil benytte den aktuelle bebyggelsen, vil være større for en stor bolig/fritidsbolig/turisthytte med mange soverom, flere bad og stort bruksareal, sammenlignet med en liten bolig/fritidsbolig/turisthytte med få soverom og ett bad. I kap. 2.3.4 diskuteres det i hvilken grad ulike bygningskarakteristika som areal, antall soverom og antall bad kan forventes å korrelere med bebyggelsens brukspotensial. Videre diskuteres hvordan veiledningen kan benytte karakteristiske bygningsparametere som underlag for dimensjonering av mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

Dimensjonerende vannmengde (q_{dim})

Når antall sengeplasser er bestemt på bakgrunn av relevant bygningskarakteristikk vil hydraulisk døgnbelastning til anlegget kunne beregnes forutsatt at den dimensjonerende vannmengden er kjent. Grunnlaget for valg av dimensjonerende vannmengder for ulike renseløsninger i spredt bebyggelse er diskutert i kap. 2.2.3 og 2.2.4.

Det er viktig å sikre at det inkluderes tilstrekkelige sikkerhetsmarginer i dimensjoneringen, samtidig som overdimensjonering unngås. Inkludering av sikkerhetsmarginer er diskutert i kap. 2.2.2 for valg av spesifikk vannmengde (q_{dim}), samt i kap. 2.3.5 for bestemmelse av antall sengeplasser og kap. 2.3.6. for bestemmelse av antall pe.

Fellesanlegg

Sannsynligheten for at samtlige bygninger tilknyttet et fellesanlegg mottar maksimal belastning samtidig avtar med antall enheter som tilknyttes fellesanlegget. Det vil tas høyde for dette ved å inkludere en skaleringsfaktor. Denne faktoren multipliseres med summen av antall sengeplasser og summen av antall pe som beregnes for hver enkelt bygning tilknyttet fellesanlegget.

Underlag for bestemmelse av skaleringsfaktor for fellesanlegg er nærmere diskutert i kap. 2.5.

Type bebyggelse og bruksområder

Retningslinjene gjelder primært for helårsboliger og fritidsboliger, men vil også kunne benyttes for turistbedrifter og lignende virksomhet omfattet av i kap. 12 i forurensningsforskriften. Vurderinger knyttet til dimensjonering for fritidsboliger og turistbedrifter er diskutert i kap. 2.3.7.

Fordrøyning

For anlegg som forventes å motta ujevn belastning over tid, f.eks. enkelte typer serveringssteder og turistbedrifter eller lignende virksomhet med typisk weekend-bruk, kan fordrøyning være hensiktsmessig strategi for nedskalering av renseanlegget. Dette er kort omtalt i kap.2.6.

2.2 Dimensjonerende mengder

Siden veiledningen vil differensiere mellom dimensjonering av hydraulisk døgnbelastning og organisk stoffbelastning vil det benyttes ulike enheter for henholdsvis dimensjonerende vannmengde og dimensjonerende stoffmengde:

- For dimensjonerende vannmengde vil veiledningen benytte enheten **liter/(sengeplass-døgn)**, hvor den hydrauliske kapasiteten til et anlegg velges på bakgrunn av antall sengeplasser
- **Personekvivalenter (pe)** vil i veiledningen utelukkende benyttes som dimensjonerende størrelse for organisk stoff

Tidligere har pe blitt benyttet som dimensjonerende størrelse både for organisk stoffbelastning og hydraulisk døgnbelastning. Av den grunn vil mye av diskusjonen i kapittel 2.2 benytte liter/(pe-døgn) som enhet for dimensjonerende vannmengde. At den nye veiledningen for mindre avløpsanlegg benytter antall sengeplasser som dimensjonerende størrelse for beregning av hydraulisk døgnbelastning, i stedet for pe, har ingen betydning i forhold til tallverdien for dimensjonerende vannmengde. Årsaken til at veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg vil oppgi dimensjonerende vannmengde som liter/(sengeplass-døgn) er utelukkende for å bidra til å synliggjøre at dimensjonering for henholdsvis hydraulisk døgnbelastning og organisk stoffbelastning er to uavhengige vurderinger.

2.2.1 Spesifikk vannmengde for dimensjonering av større renseanlegg

Norsk Vann rapport B20/2016, *Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk*, presenterer tall for vannforbruk i norske husholdninger. Her anbefales at spesifikt vannforbruk for beregning av belastningen til renseanlegg settes til 140 liter/(pe-døgn). Dette er i god overenstemmelse med flere tidligere norske undersøkelser av vannforbruk. Imidlertid vesentlig lavere enn anbefalt dimensjonerende vannmengde på 200 liter/(pe-døgn), som fortsatt benyttes som utgangspunkt for dimensjonering av mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse.



Figur 2.1:

Norsk Vann rapport B20/2016 angir tall for vannforbruk i norske husholdninger

Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg ble utgitt i revidert versjon i 2020 (Norsk Vann rapport 256/2020, *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*). Veiledningen gir anbefalinger for konvensjonelle renseanlegg større enn 50 pe. Her anbefales å benytte 150 l/(pe·d) som spesifikk spillvannsmengde for husholdninger dersom man ikke har målinger som tilsier annet. Grunnen til at anbefalingen om spesifikt vannforbruk på 140 l/(pe·d) fra B20-rapporten ikke er videreført, er ikke beskrevet, men det antas at det er valgt en noe høyere spesifikk spillvannsmengde for å inkludere en viss sikkerhetsmargin.

Datamaterialet i B20-rapporten er hentet fra 9 kommuner (8 kommuner i Drammensregionen, i tillegg til Trondheim kommune). Alle kommunene hadde høy vannmålerdekning (>80%), og vannmålerdata kunne kobles mot informasjon om antall beboere per bolig. På denne måten kunne spesifikt vannforbruk per person estimeres. Etter at uforholdsmessig lave, <62 l/(pe·d), og høye, >223 l/(pe·d), verdier for spesifikt vannforbruk var fjernet, inkluderte datasettet totalt 47 114 boliger. Av disse var 2 264 blokkleiligheter og 44 850 bolighus. Beregninger for datasettet viste:

- Median: 120 liter/(pe·døgn)
- Middelerverdi: 125 liter/(pe·døgn)
- 75%-persentil: 151 liter/(pe·døgn)

Merk at *selve anbefalingen* av spesifikt vannforbruk på 140 l/(pe·d) i B20-rapporten var basert på middelerverdien ved å legge til grunn en mer konservativ metode for fjerning av uteliggere. Dette innebar at en del høye enkeltverdier (> 223 l/(pe·d)), som sannsynligvis inkluderer forbruk knyttet til eksempelvis bilvask, hagevanning eller andre forbruk som ikke er relevante for dimensjonering av avløpsanlegg i spredt bebyggelse, fortsatt var inkludert i datasettet. Anbefalingen i B20-rapporten kan derfor betraktes å være mer konservativ enn den kunne vært ut fra analysen av datamaterialet.

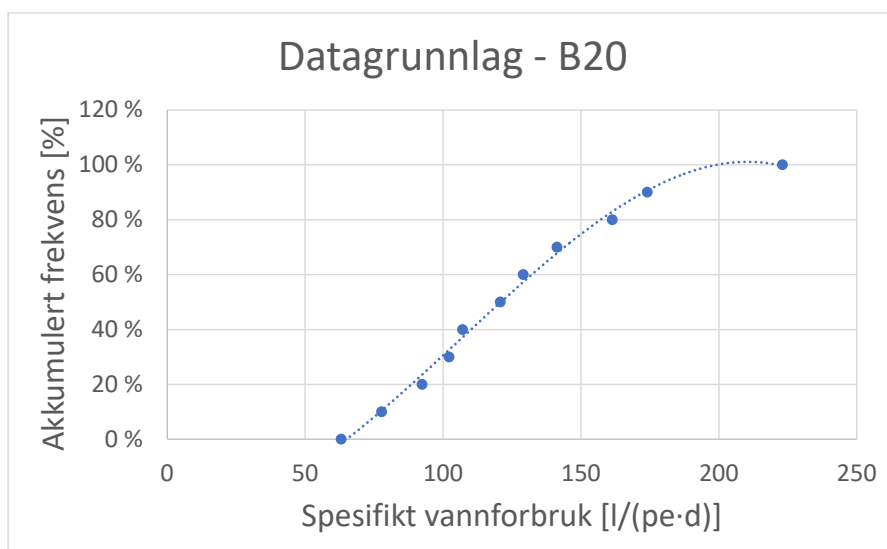
Vurderingen som er gjort i forbindelse med dette prosjektet er at anbefalingene i B20-rapporten er godt underbygget, og basert på et relevant og forholdsvis stort dataunderlag. Anbefalingen om spesifikt vannforbruk på 150 liter/(pe·døgn) i *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg* (Norsk Vann rapport 256/2020) vurderes konservativt, men uten at sikkerhetsmarginene som her inkluderes virker urimelige. Generelt vurderes det både hensiktsmessig og korrekt å anbefale at tall for dimensjonerende vannmengde for større renseanlegg tilkoblet kommunalt nett tilsvarer et gjennomsnittlig spesifikt vannforbruk i norske husholdninger.

2.2.2 Spesifikk vannmengde (q_{dim}) for dimensjonering av mindre avløpsanlegg

For større renseanlegg tilkoblet offentlig nett vil alt vann som slippes på avløpsnettet fra tilknyttet bebyggelse tilføres det sentrale renseanlegget. Dette gjør at tall for gjennomsnittlig spesifikt vannforbruk vil være velegnet for å kunne estimere den samlede hydrauliske tilførselen til renseanlegget. Variasjonen i spesifikt vannforbruk mellom husstander vil ikke ha betydning for den gjennomsnittlige tilførte avløpsmengden, og vil derfor heller ikke påvirke nødvendig dimensjonering av det kommunale renseanlegget.

For mindre avløpsanlegg, som ikke er tilknyttet offentlig nett, stiller dette seg noe annerledes. Her vil variasjonen i spesifikt vannforbruk mellom tilknyttet bebyggelse være av betydning for dimensjoneringen. I prinsippet vil bruk av dimensjonerende vannmengde tilsvarende medianverdien for spesifikt vannforbruk medføre underdimensjonering av halvparten av anleggene. Dette fordi halvparten av tilknyttet bebyggelse da kan forventes å ha et spesifikt vannforbruk som er høyere enn medianverdien. I lys av dette, vil det være en rimelig strategi at mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse dimensjoneres for en vannmengde som er vesentlig høyere enn medianverdien.

Figur 2.2 viser en akkumulert fordelingsfunksjon for spesifikt vannforbruk basert på det reduserte datasettet fra B20-rapporten. Spesifikk vannmengde på 150 liter/(pe·døgn), som i dag benyttes for dimensjonering av minirensesanlegg, faller nesten nøyaktig på 75%-persentilen. Dette betyr at kun 25% av husstandene i datasettet har et spesifikt vannforbruk som er høyere enn dette. En enda mer konservativ tilnærming kunne være å benytte 90%-persentilen som dimensjonerende vannmengde, hvilket tilsvarer 174 liter/(pe·døgn). Da vil kun 10% av husstandene forventes å ha et spesifikt vannforbruk som er høyere enn dimensjonerende vannmengde.



Figur 2.2: Akkumulert fordelingsfunksjon for spesifikt vannforbruk hentet fra redusert datasett i Norsk Vann rapport B20/2016. Uforholdsmessig høye og lave forbruk er da utelatt (n= 47114)

Diskusjon av sikkerhetsmarginer

Før det gjøres videre vurderinger av hensiktsmessig valg av dimensjonerende vannmengde for mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse, er det nødvendig å gjøre noen overordnede betraktninger om hvordan tilstrekkelige sikkerhetsmarginer i den nye veiledningen innarbeides. Slik veiledningen bygges opp vil det i prinsippet være aktuelt å inkludere sikkerhetsmarginer både i antall sengeplasser, som baseres på bygningskarakteristikk for tilknyttet bebyggelse, og/eller i den dimensjonerende vannmengden.

Utgangspunktet for riktig dimensjonering av et mindre avløpsanlegg er at det, for å tilfredsstille funksjonskravet i TEK 17, må legges til grunn det antall personer som på et gitt tidspunkt vil benytte den aktuelle bebyggelsen, når bebyggelsens maksimale potensiale utnyttes. Dette er nødvendig for å sikre at avløpsanlegget skal håndtere den maksimale belastningen, eksempelvis i ferier når storfamilien samles. Samtidig er det et faktum at en bolig/en fritidsbolig i største delen av året kun benyttes av de som bor i boligen til vanlig/de som benytter fritidsboligen til vanlig. Normalt vil dette utgjøre vesentlig færre personer enn boligen/fritidsboligen kan huse når dens potensiale utnyttes fullt ut. Bestemmelsen av antall sengeplasser i henhold til den nye veiledningen gir derfor i seg selv en betydelig hydraulisk sikkerhetsmargin ved normalbruk av bolig/fritidsbolig. Når bebyggelsens potensiale utnyttes fullt ut ligger det ikke inne noen sikkerhetsmargin knyttet til bestemmelse av antall sengeplasser. Det kan imidlertid argumenteres for at vannforbruket per person reduseres desto høyere antall personer som benytter boligen/fritidsboligen i et kortere tidsrom, slik at det likevel ligger inne noe sikkerhetsmargin også ved forventet maksimal belastning.

Det er også mulig å legge inn sikkerhetsmargin ved å dimensjonere for gjennomsnittlig vannforbruk, samtidig som de prosjekterte renseløsningene har kapasitet til å takle kortere perioder med hydraulisk overbelastning. Dette er gjeldende praksis for både minirensanlegg og øvrige renseløsninger som benyttes i spredt bebyggelse. Dette diskuteres nærmere i kap. 2.2.3.

I lys av overnevnte diskusjon vurderes det at den samlede sikkerhetsmarginen som oppnås ved å velge 75%-persentilen for spesifikt vannforbruk i norske husholdninger som dimensjonerende vannmengde for mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse bør være tilstrekkelig.

Anbefaling av dimensjonerende vannmengde for spredt avløp

Veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg vil legge til grunn en dimensjonerende vannmengde tilsvarende 150 liter/(pe·døgn) for totalavløp og 125 liter/(pe·døgn) for gråvann. Imidlertid vil den nye veiledningen benytte *antall sengeplasser* som dimensjonerende størrelse for hydraulisk belastning, dvs. at dimensjonerende vannmengde vil oppgis som:

- 150 liter/(sengeplass·døgn) for totalavløp
- 125 liter/(sengeplass·døgn) for gråvann

2.2.3 Dimensjonerende vannmengde for ulike renseløsninger

Det er veldokumentert at vannforbruket i norske husholdninger er vesentlig lavere enn de 200 liter/(pe·døgn) som hittil er benyttet. Det er derfor grunnlag for at dette tallet kan justeres ned. Som diskutert i kap. 2.2.2 er det, basert på kunnskap om husholdningsforbruk (ref. Norsk Vann rapport B20/2016), funnet riktig å benytte 75-% persentilen, tilsvarende 150 liter/(sengeplass·døgn) som dimensjonerende vannmengde for totalavløp ved dimensjonering av mindre avløpsanlegg.

Det er åpenbart at vannforbruket i en gitt bebyggelse ikke vil avhenge av valg av renseløsning – prosessteknisk anlegg vs. naturbasert anlegg. Av den grunn virker det forvirrende å operere med ulike dimensjonerende vannmengder for forskjellige renseløsninger slik det gjøres i dag. Det bør derfor benyttes samme dimensjonerende vannmengde, uavhengig av type renseløsning.

Minirensanlegg

De senere årene (etter ca. 2013) har det vært innarbeidet praksis å benytte 150 liter/(pe·døgn) som dimensjonerende vannmengde for minirensanlegg. Argumentasjonen for dette har vært at minirensanlegg, gjennom typeprøving av renseseffekt i henhold til gjeldende harmoniserte EN-standard (EN 12566-3), dokumenterer renseseffekt ved nominell belastning tilsvarende en dimensjonerende vannmengde på 150 l/(pe·d). I tillegg dokumenteres effektiv rensing også ved kortvarige testsekvenser med 50% overbelastning. Dette innebærer at anlegget som testes vil tilføres

en hydraulisk belastning på 225 l/(pe·d) i løpet av overbelastningssekvenser. I praksis betyr dette at minirensesanlegg som er testet i henhold til NS-EN 12566-3 har dokumentert renseseffekt ved en belastning tilsvarende 225 l/(pe·d) over en periode på 1-2 døgn.

Øvrige renseløsninger

Ved dimensjonering av øvrige renseløsning som i dag benyttes i spredt bebyggelse legges det også til grunn at det dimensjoneres for et nominelt vannforbruk, og at kortere perioder med en viss hydraulisk overbelastning ligger inne i dimensjoneringen. Det vurderes derfor at det ikke foreligger grunner for at dagens praksis med differensiering av dimensjonerende vannmengde for minirensesanlegg og øvrige renseløsninger skal videreføres.

Praktisk betydning av nedjustering av dimensjonerende vannmengde

Å redusere den dimensjonerende vannmengden for alle typer mindre renseløsninger til 150 liter/(sengeplass·døgn) innebærer i teorien at det kan forekomme en faktisk nedskalering ved nyetablering av rensesanlegg sammenlignet med tidligere dimensjoneringspraksis. Utslaget av nedjusteringen av den dimensjonerende vannmengden vil imidlertid også avhenge av beregningen av antall sengeplasser i tilknyttet bebyggelse. I praksis vil derfor de nye retningslinjene kun resultere i en marginal nedskalering av avløpsanlegg for de minste boligene. Dette gjelder imidlertid ikke for minirensesanlegg, der anlegg for de minste boligene vil etableres med tilsvarende dimensjonering som dagens praksis for ett hus/en bolig.

2.2.4 Dimensjonerende gråvannsmengde

Gjeldende praksis er å benytte vannforbruk på 200 liter per person og døgn for totalavløp og 140 liter per person og døgn for gråvann. Det vil si at gråvannet utgjør 70% av den totale mengden avløpsvann. Dersom samme prosentsetningen benyttes for å beregne gråvannsmengde ut fra fastsatt dimensjonerende vannmengde på 150 liter/(sengeplass·døgn) i ny veiledning, tilsvarer dette en gråvannsmengde på 105 liter/(sengeplass·døgn).

Dette anses som noe lavt, og det er i stedet valgt å anslå dimensjonerende gråvannsmengde ved å trekke vannforbruk ved toalettbesøk fra den dimensjonerende spillvannsmengden på 150 liter/(sengeplass·døgn). Grunnlag for anbefalingen er basert på vannforbruk per toalettbesøk og antall toalettbesøk per person per døgn.

Tre til syv toalettbesøk per døgn anses som innenfor normalen. De fleste nyere toaletter har et spylesystem hvor det kan velges mellom lavt spylevolum på 2-4 liter per spyling og høyt spylevolum på 4-6 liter per spyling. Dersom det tas utgangspunkt i gjennomsnittlig 5 toalettbesøk per person per døgn og 5 liter vann per spyling, utgjør vannforbruket for toalettbesøk 25 liter per person per døgn.

Med dette utgangspunktet er anbefalt dimensjonerende vannmengde for gråvann satt til 125 liter/(sengeplass·døgn) i veiledningen.

2.3 Dimensjonering av avløpsanlegg <50 pe i spredt bebyggelse

2.3.1 Dimensjonerende størrelser for organisk og hydraulisk belastning

I arbeidet med denne veiledningen har det fremkommet at det skaper unødig forvirring å benytte personekvivalenter (pe) i betydningen "hydraulisk personekvivalent". Veiledningen vil derfor utelukkende benytte pe i betydningen personekvivalent organisk stoffbelastning, hvor NS 9426:2006 definerer 1 pe som 60 gram BOF₅/døgn. Største organiske stoffbelastning i gram BOF₅/døgn frem-

kommer da ved å multiplisere antall pe med dimensjonerende organisk stoffmengde, dvs. 60 gram $\text{BOF}_5/(\text{pe} \cdot \text{døgn})$. Se kap. 2.3.6.

Som dimensjonerende størrelse for hydraulisk kapasitet vil veiledningen konsekvent benytte antall sengeplasser. Hydraulisk døgnbelastning (Q , [liter/døgn]) for en gitt bebyggelse fremkommer da ved å multiplisere antall sengeplasser med dimensjonerende vannmengde (q_{dim}) oppgitt med enheten liter/(sengeplass-døgn), dvs. 150 l/(sengeplass-d) for totalavløp og 125 l/(sengeplass-d) for gråvann. Se kap. 2.3.5.

2.3.2 Behov for flere dimensjoneringskriterier

Som nevnt innledningsvis i kap. 2.1 vil veiledningen benytte tre ulike dimensjoneringskriterier for mindre avløpsanlegg, for å sikre tilstrekkelig 1) hydraulisk kapasitet, 2) kapasitet for rensing av organisk stoff og 3) slamlagringskapasitet. De tre dimensjoneringskriteriene vil på forskjellig måte påvirke avløpsanleggets renseseffekt og behov for slamtømming.

Den organiske stoffbelastningen til et anlegg vil påvirke renseseffekten av organisk stoff. Ved organisk overbelastning vil renseseffekten kunne reduseres. Imidlertid vil ikke nødvendigvis kortere perioder med organisk overbelastning ha særlig stor innvirkning på renseseffekten. Blant annet vil kortere perioder med organisk overbelastning til dels utjevnes fordi vannvolumene i slamavskillere og minirensesanlegg er forholdsvis store sammenlignet med tilrenningen per døgn. Videre, i et lavt belastet biologisk rensetrinn, som typisk kan forekomme i et minirensesanlegg, vil bakteriene jobbe med begrenset substrattilgang og det vil samtidig foregå en betydelig endogen respirasjon². Ved økt organisk belastning vil bakteriene raskt kunne nyttiggjøre den ekstra substrattilgangen slik at omsetningen av organisk stoff øker, og resultatet vil være at renseseffekten for organisk stoff i liten grad reduseres. Konsekvensene knyttet til kortvarig organisk overbelastning vil derfor være relativt beskjedne fra et forurensningsmessig perspektiv.

En kortvarig hydraulisk overbelastning vil derimot kunne ha langt mer alvorlige forurensningsmessige konsekvenser. Hydraulisk overbelastning vil medføre økt overflatebelastning og vil kunne lede til slamflukt i større eller mindre grad, både for minirensesanlegg og for slamavskillere. For minirensesanlegg enten ved at effekten av slam-seperasjonstrinnet for rensed avløpsvann reduseres vesentlig (gjennomstrømningsanlegg), eller ved at anlegg går i nødoverløp (satsvise anlegg). I begge tilfeller vil hydraulisk overbelastning kunne medføre en betydelig økt forurensing.

Dagens praksis hvor det settes likhetstegn mellom anleggenes kapasitet for behandling av organisk stoff og hydraulisk kapasitet er derfor ikke optimal. I mange tilfeller medfører dette at anlegget enten underdimensjoneres hydraulisk eller overdimensjoneres med tanke på kapasitet for behandling av organisk stoff. Overnevnte diskusjon illustrerer videre at en hydraulisk overbelastning vil kunne medføre forurensningsmessige utfordringer av langt mer alvorlig omfang enn en tilsvarende overbelastning av organisk stoff. For å redusere faren for alvorlig forurensing og brudd på utslippstillatelse, viser denne diskusjonen at det må etableres robuste anlegg som i første rekke må ha tilstrekkelig hydraulisk kapasitet til å håndtere tilførte vannmengder. Dette er også i tråd med funksjonskravet i TEK 17 §15-8 som sier at anlegg for sanitært avløpsvann (spillvann) må prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført vannmengde, og slik at god helse ivaretas.

Veiledningen vil gi anbefalinger for dimensjonering av henholdsvis hydraulisk døgnbelastning og organisk stoffbelastning basert på størrelse og beskaffenhet for tilknyttet bebyggelse. Dette er nærmere diskutert i kap 2.3.4. Veiledningen gir ikke innspill til hvordan konkrete renseløsninger skal utformes for å tilfredsstille anbefalt dimensjonering. Veiledning for

² Med endogen respirasjon menes nedbrytning av intracellulær opplagsnæring i levende celler

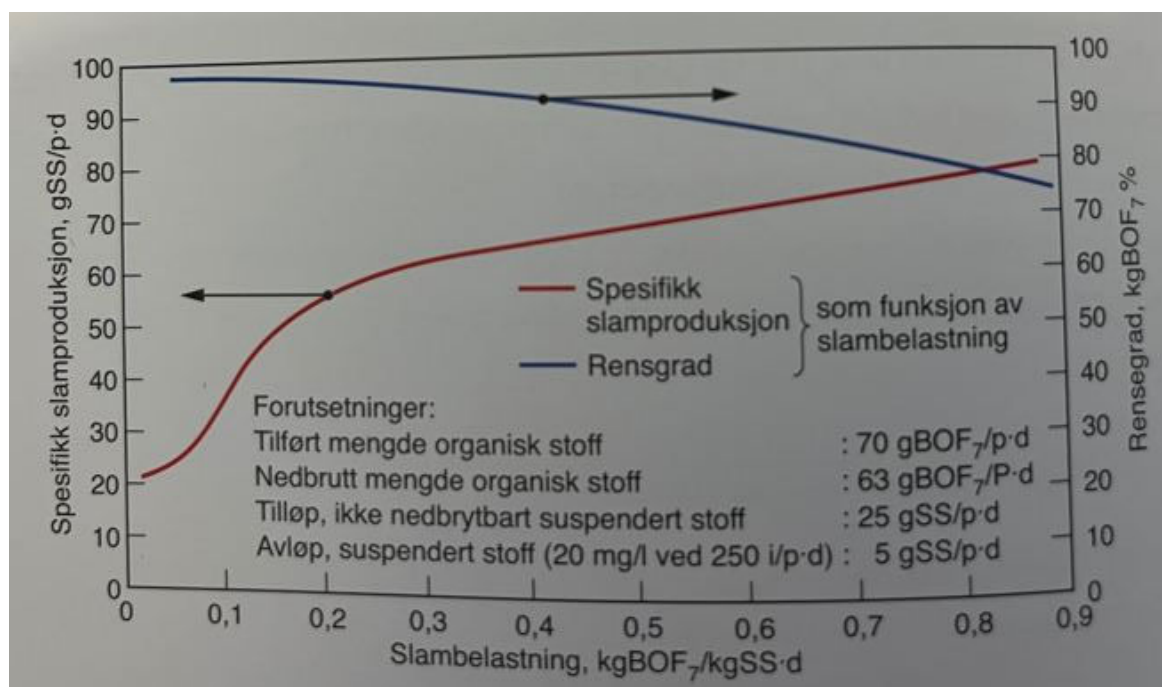
utforming av relevante mindre renseløsninger, herunder hvordan muligheter og føringer som legges i denne veiledningen ivaretas, bør på sikt innarbeides i Vannstandard.

Ved dimensjonering av slamlagringskapasitet er det viktig at prosjekteringen sikrer at avløpsanleggene som etableres kan tømmes før slamlagrene blir fulle, innenfor den aktuelle kommunes slamtømmeordning. Foruten dette er dimensjonering av slamlager i stor grad opp til utbygger som kan vurdere driftskostnader knyttet til tømning opp mot investeringskostnader knyttet til kjøp av anlegg med stort eller lite slamlager. Imidlertid er det viktig å være oppmerksom på at mange kommuner har tømmeavtaler med slamtømmefirma som ikke ivaretar tømmebehovet til anlegg som må tømmes oftere enn hver 12. måned.

2.3.3 Konsekvenser av hydraulisk vs. organisk overbelastning

Dimensjoneringen for organisk stoffbelastning skal primært ivareta omsetningen av det organiske stoffet som tilføres rensenanlegget fra personene som normalt benytter den tilknyttede bebyggelsen. Imidlertid må dimensjonering av organisk stoffbelastning også tilfredsstille forurensningsforskriftens krav om at anleggets størrelse i pe skal beregnes på grunnlag av største ukentlige mengde som samlet går til rensenanlegget i løpet av året.

Konsekvensene av økt tilførsel av organisk materiale, utover det anlegget er dimensjonert for, vil være reduksjon i rensesgraden for organiske stoff (BOF). Dette illustreres i Figur 2.3, som blant annet viser relativ renseseffekt for organisk stoff som funksjon av slambelastningen. Slambelastningen er en mye benyttet dimensjoneringsparameter for aktivslamanlegg og angir hvor mye organisk stoff som tilføres bioreaktoren per aktiv biomasse i reaktoren. Slambelastningen oppgis med enheten kg BOF₇/kg SS.



Figur 2.3: Spesifikk slamproduksjon (rød kurve og venstre akse) og renseseffekt for organisk stoff (blå kurve og høyre akse) som funksjon av slambelastning for aktivslamanlegg (ref. Ødegaard 1973b), Norsk Vann lærebok, figur 17.53).

Typiske verdier for slambelastningen for minirensenanlegg ligger i størrelsesorden 0,05-0,25 kg BOF₇/kg SS, hvilket kan betraktes som lavt eller svært lavt belastede anlegg. Figur 2.3 viser at renseseffekten for organisk stoff ligger i området 93-97% for dette belastningsområdet. Dersom et

anlegg dimensjonert for en slambelastning på 0,25 kg BOF₇/kg SS mottar en organisk overbelastning tilsvarende 200% vil renseeffekten reduseres ned mot ca. 85%.

Dette illustrerer at eventuelle forurensningsmessige konsekvenser av organisk overbelastning kan vurderes å være små. Det bemerkes også at ytelsen til biologiske rensetrinn vil tilpasse seg den jevne organiske belastningen som anlegget mottar. Det vil derfor i liten grad oppnås økt effekt av å dimensjonere anlegg for en organisk belastning som i kortere perioder overstiger den midlere belastningen til anlegget.

Konsekvensene ved kortvarig hydraulisk overbelastning vurderes på den annen side som langt mer alvorlig. Hydraulisk overbelastning kan resultere i slamflukt i større eller mindre grad. Enten ved at effekten av slamseparasjonstrinnet på renet avløpsvann reduseres vesentlig (gjennomstrømningsanlegg), ved at anlegg går i nødoverløp (satsvise anlegg) eller ved at det oppstår slamflukt fra slamavskiller. I disse tilfellene vil hydraulisk overbelastning kunne medføre en betydelig økt forurensing. Dersom hydraulisk overbelastning inntreffer i kombinasjon med at slamlagrene er fulle eller nær fulle vil de forurensningsmessige konsekvensene kunne bli ekstra alvorlige. Dette illustreres av følgende to eksempler:

Eksempel 1 – Kortvarig organisk overbelastning

Case: Helårsbolig på 220 m² med 5 soverom bebos av en familie på 5 personer. Familien mottar besøk av vennefamilie på 5 personer 5 dager i påskeuka. Det er etablert et minirensesanlegg som er dimensjonert etter ny veiledning for dimensjonering:

Hydraulisk døgnbelastning tilsvarende 10 sengeplasser, som tilsvarer en vannmengde på 1500 liter/døgn.

Organisk stoffbelastning tilsvarende 6 pe, som tilsvarer en organisk stoffbelastning på 360 gram BOF₅/døgn.

Minirensesanlegget er et satsvis styrt aktivslamanlegg (SBR), hvilket utgjør den mest benyttede prosessløsningen for minirensesanlegg i det norske markedet i dag.

Forurensningsmessig konsekvens:

Anlegget mottar en organisk overbelastning tilsvarende 167% av anleggets kapasitet for behandling av organisk stoff. Biologisk renseeffekt vil avta noe, men ikke nødvendigvis så veldig mye.

En konservativ antagelse er at anlegget har en slambelastning på 0,20 kg BOF₇/kg SS. Slambelastningen vil øke til 0,33 kg BOF₇/kg SS. Figur illustrerer at renseeffekten for BOF vil reduseres fra ca. 95% til 92%. Dersom anlegget var dimensjonert for 10 pe, og dermed i utgangspunktet var dimensjonert for den økte belastningen, ville det likevel tatt noen dager før den aktive biomassen responderte og ble tilpasset den økte organiske belastningen. Det ville oppnås svært liten effekt av å dimensjonere det biologiske rensetrinnet for 10 pe i stedet for 6 pe.

Når besøket ankommer, kan det forventes en fordobling av den hydrauliske belastningen. Siden anlegget er dimensjonert etter den nye veiledningen er dimensjoneringen tilstrekkelig til å motta vannmengder fra 10 personer. Siden det er snakk om et anlegg med satsvis gjennomstrømning, vil slamseparasjonen i liten grad påvirkes av den økte hydrauliske belastningen.

Konklusjonen for dette eksempelet er at påskeinnrykket antakelig ikke ville medført noen vesentlige negative forurensningsmessige konsekvenser.

NB! Konklusjonen forutsetter at det aktuelle anlegget var utstyrt med mengdeproporsjonal dosering av fellingskjemikalie slik at doseringen tilpasset seg den økte belastningen i perioden med påskebesøk. Dersom dette ikke var tilfelle, ville det antakelig ha oppstått økt konsentrasjon av løst fosfor i renet avløpsvann, noe som antakelig ville resultert i at anlegget ikke ville klart rensekravet for Tot-P i perioden med påskebesøk.

Eksempel 2 – Kortvarig hydraulisk overbelastning

Case: Som for Eksempel 1 med unntak av at anlegget er dimensjonert etter dagens praksis, dvs. en hydraulisk belastning tilsvarende 5 sengeplasser og en organisk belastning tilsvarende 5 pe.

Forurensningsmessig konsekvens:

Anlegget vil motta en organisk overbelastning tilsvarende 200% av anleggets nominelle kapasitet for behandling av organisk stoff. Konsekvensen for det biologiske rensetrinnet vil være tilsvarende som for eksempel 1 ovenfor. Den økte organiske belastningen vil i seg selv ikke medføre vesentlig redusert renseseffekt i det biologiske rensetrinnet.

Påskebesøket vil medføre at avløpsanlegget vil få en kraftig hydraulisk overbelastning tilsvarende 200% av dimensjonerende belastning i 5 døgn på rad. Generelt vil den forurensningsmessige konsekvensen til en viss grad avhenge av hvilken type renseprosess som er benyttet i minirensenanlegget som er etablert. Aktivslamanlegg basert på SBR slik som i eksempel 1 vil gå i nødoverløp dersom den hydrauliske overbelastningen overskrider det anlegget er dimensjonert for å takle. Utslippkonsentrasjoner fra nødoverløpet vil tilsvare konsentrasjonene i den omrørte bioreaktoren, typisk i størrelsesorden 5 gram/l MLSS. Til sammenligning vil rensed utløp typisk ha en SS-konsentrasjon på ca. 20 mg/l. Det vil si at nødoverløpet vil kunne ha ca. 250 ganger høyere konsentrasjon av forurensinger. SBR-anlegg skal derfor være dimensjonert med en ganske betydelig hydraulisk bufferkapasitet for å kunne takle kortvarig overbelastning. I et scenario som her beskrevet er det likevel slik at mye vann allikevel vil kunne gå i nødoverløp, anslagsvis i størrelsesorden 2-400 liter per døgn.

For biofilmanlegg med gravitasjonsbasert gjennomstrømning vil den hydrauliske overbelastningen medføre en dobling av overflatebelastningen i slamseparasjonstrinnet, hvilket vil resultere i vesentlig redusert slamseparasjon. Dette medfører både høyere forurensingsutslipp og dårligere separasjon av partikler, noe som også kan resultere i driftsproblemer i nedstrøms rensetrinn.

For aktivslamanlegg med gravitasjonsbasert gjennomstrømning uten slamlager for sedimentert slam vil situasjonen være enda mer kritisk ved hydraulisk overbelastning. Gitt at anlegget nærmer seg maksimal slamkonsentrasjon i bioreaktoren når den hydrauliske overbelastningen inntreffer vil resultatet bli massiv slamflukt. I løpet av 5 dager med vedvarende overbelastning forventes det at mye av slammet i reaktoren lekker ut. Typisk reaktorvolum for et 5 pe-anlegg av denne typen kan være 2-3 m³. Derom halvparten av slammet lekker ut, hvilket ikke er usannsynlig, vil det slippes ut om lag 10 kg SS i løpet av de 5 dagene. Til sammenligning er årlig SS utslipp fra et 5 pe anlegg med normal rensing ca. 5 kg.

Eksemplene ovenfor viser at hydraulisk dimensjonering tilpasset antall sengeplasser vil være et effektivt virkemiddel for å redusere andelen anlegg som ikke fungerer som tiltenkt på grunn av hydraulisk overbelastning og slamflukt. Samtidig viser eksemplene at det er riktig å skille mellom dimensjonering for henholdsvis hydraulisk døgnbelastning og organisk stoffbelastning. Det er med andre ord generelt liten eller ingen gevinst å hente i å dimensjonere for høyere organisk belastning enn det som tilsvarer det høyeste forventede antall beboere/brukere i en bygning, ut fra bygningens størrelse og beskaffenhet.

2.3.4 Dimensjonering basert på bebyggelsens størrelse og beskaffenhet

Utgangspunktet for arbeidet med denne veiledningen er at dimensjoneringen av avløpsanlegget i større grad enn tidligere må relateres til bygning eller bebyggelse som skal tilknyttes rensenanlegget. I Storbritannia benyttes dimensjoneringsretningslinjer der bestemmelsen av behandlingsskapasiteten i pe baseres på antall soverom. Å knytte antall mulige soverom til antatt belastning vurderes hensiktsmessig med tanke på at det er nærliggende å anta at det maksimale antall personer som potensielt vil bebo/bruke en bygning over både et kortere og lengre tidsrom vil korrelere med antall mulige soverom.

Det er valgt å benytte en kombinasjon av *antall mulige soverom* og *summen av bygningens interne bruksareal (BRA-i) og areal med lav himlingshøyde (ALH), som benyttes som ordinære bruksrom*, som bygningskarakteristika for bestemmelse av både største hydrauliske døgnbelastning og største organiske belastning i en maksuke til avløpsanlegget.

- *Mulige soverom*: Rom som typisk kan benyttes for ekstra soveplasser skal medregnes i mulige soverom, selv om rommet primært har annet bruksformål på søketidspunktet, f.eks. kontor, kjellerstue, loftstue eller lignende.
- *Internt bruksareal (BRA-i)*: Bruksarealet av boenheten innenfor omsluttende vegger, ref. NS 3940:2023. Dvs. det samlede arealet innenfor ytterveggene.
- *Areal med lav himlingshøyde (ALH)*: Areal uten krav til minste himlingshøyde, ref. NS 3940:2023. Dvs. areal som ikke overholder kravene om himlingshøyde for å kunne regnes som bruksareal.

I arbeidet med veiledningen har det ikke foreligget data som sier noe om korrelasjonen mellom bygningskarakteristika og antall beboere. Veiledningen legger likevel til grunn at det maksimale antall personer som på et gitt tidspunkt vil bebo en bolig (også når besøk medregnes), og som normalt vil benytte en fritidsbolig eller turisthytte, vil være større for en stor bolig/fritidsbolig/turisthytte med mange soverom, flere bad og stort beboelsesareal, sammenlignet med en liten bolig/fritidsbolig/turisthytte med få soverom og kun ett bad.

2.3.5 Bestemmelse av hydraulisk døgnbelastning – antall sengeplasser

TEK 17 § 15-8 stiller krav til at avløpsanlegg skal prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført vannmengde, og slik at god helse ivaretas. Dette innebærer at anlegg for sanitært avløpsvann må dimensjoneres med tilstrekkelig hydraulisk kapasitet for å takle største forventede døgnbelastning som tilføres anlegget. Diskusjonen i kap. 2.3.3. viser at hydraulisk overbelastning kan medføre betydelig reduksjon i renseeffekt og at robust hydraulisk dimensjonering av mindre avløpsanlegg er svært viktig for å unngå forurensing. Dette er helt på linje med funksjonskravet i TEK.

Underlag for å anbefale dimensjonering med hensyn på hydraulisk tilrenning

For å tilfredsstille kravet i TEK17, og sikre at mindre avløpsanlegg har tilstrekkelig hydraulisk kapasitet til å motta den avløpsmengden som kommer til *enhver tid*, er det viktig at hydraulisk døgnbelastning bestemmes ut fra det antall personer som det er rimelig vil bebo/bruke den aktuelle bebyggelsen over et kortere tidsrom, ut ifra bebyggelsens størrelse og beskaffenhet, se kap. 2.3.4. Med bakgrunn i dette vil veiledningen legge til grunn følgende kriterium for dimensjonering for å sikre tilstrekkelig hydraulisk kapasitet:

Dimensjoneringskriterium for hydraulisk døgnbelastning: Avløpsanlegg skal dimensjoneres for å håndtere tilførte vannmengder fra det antall personer som det er rimelig å anta vil kunne bebo/bruke en bygning over kortere tidsrom, ut fra bygningens størrelse og beskaffenhet.

Dimensjonering av hydraulisk døgnbelastning ut fra forventet antall sengeplasser

For boliger og fritidsboliger vil normalttilfellet være at antall sengeplasser vil kunne bestemmes basert på antall *forventede* sengeplasser ut fra bygningskarakteristika, som vist i tabell 2-1.

Antall sengeplasser benyttes i veiledningen som dimensjonerende størrelse for hydraulisk døgnbelastning. Tabell 2-1 viser antall forventede sengeplasser som det anbefales skal legges til grunn for ulike kombinasjoner av mulige soverom og summen av BRA-i og ALH, som benyttes til ordinære bruksrom, for en gitt bygning.

Tabell 2-1: Bestemmelse av antall forventede sengeplasser for bygning basert på antall mulige soverom og summen av internt bruksareal (BRA-i) og areal med lav himlingshøyde (ALH), som benyttes som ordinære bruksrom

Areal BRA-i + ALH (m ²) ¹⁾	Mulige soverom i bygning ²⁾						
	1	2	3	4	5	6	7
<30 m ² ³⁾	3						
30-80 m ²	4	5	6				
80-130 m ²		5	6	7	8		
130-200 m ²		6	7	8	9	10	11
200-250 m ²			8	9	10	11	12
>250 m ²				10	11	12	13

- 1) Bygningens interne bruksareal (BRA-i) + areal med lav himlingshøyde (ALH), ref. NS 3940.
Areal med lav himlingshøyde (ALH) som benyttes til ordinært bruksrom skal legges til BRA-i arealet for å bestemme totalt areal i tabell 1.
Bygningens areal som ikke benyttes til kort- eller langvarig opphold, eksempel boder, kott, teknisk rom o.l., kan trekkes fra BRA-i arealet. Dette er normalt ikke nødvendig, men kan være aktuelt dersom slikt areal utgjør en betydelig størrelse og medfører endring i m²-intervall i tabell 1.
Dersom bygningens areal er på grensen mellom to intervaller i tabellen, skal det høyeste intervallet benyttes.
- 2) Rom som typisk kan benyttes for ekstra soveplasser skal medregnes i mulige soverom, selv om rommet primært har annet bruksformål på søketidspunktet. Eksempel på slike rom er kontor, kjellerstue, loftstue eller lignende.
- 3) Mikrohus er boliger/fritidsboliger med utnyttbart areal < 30 m²

Når antall sengeplasser er bestemt på bakgrunn av relevante bygningskarakteristika vil hydraulisk døgnbelastning (Q, liter/døgn) fra bebyggelsen kunne beregnes ved å multiplisere med dimensjonerende vannmengden (q_{dim}, liter/(sengeplass·døgn)). Dette kan uttrykkes som følger:

$$\text{Hydraulisk døgnbelastning (liter/døgn)} = \text{Dimensjonerende vannmengde (liter/(sengeplass} \cdot \text{døgn))} \times \text{Antall sengeplasser (sengeplasser)}$$

Fremstilt som ligning: $Q \left(\frac{\text{liter}}{\text{døgn}} \right) = q_{\text{dim}} \left(\frac{\text{liter}}{\text{sengeplass} \cdot \text{døgn}} \right) \cdot \text{Antall sengeplasser (sengeplasser)}$

Grunnlaget for valg av dimensjonerende vannmengde for ulike renseløsninger i spredt bebyggelse er diskutert i kap. 2.2.3. Tabell 2-2 angir anbefalt hydraulisk døgnbelastning (m³/døgn) ut fra antall forventede sengeplasser iht. tabell 2-1.

Tabell 2-2: Hydraulisk døgnbelastning (m³/døgn) ut fra antall forventede sengeplasser iht. tabell 2-1

Areal BRA-i + ALH (m ²)	Mulige soverom i bygning						
	1	2	3	4	5	6	7
<30 m ²	0,45						
30-80 m ²	0,6	0,75	0,9				
80-130 m ²		0,75	0,9	1,05	1,2		
130-200 m ²		0,9	1,05	1,2	1,35	1,5	1,65
200-250 m ²			1,2	1,35	1,5	1,65	1,8
>250 m ²				1,5	1,65	1,8	1,95

Dimensjonering av hydraulisk døgnbelastning ut fra det faktiske antall sengeplasser

Det må i hvert enkelt tilfelle vurderes om den hydrauliske døgnbelastningen som tilsvarer antall forventede sengeplasser iht. tabell 2-1 er tilstrekkelig. Dersom det faktiske antall sengeplasser i en bygning overstiger antall forventede sengeplasser, som fremkommer ved å benytte tabell 2-1, skal det faktiske antall sengeplasser i bygningen benyttes for beregning av største hydrauliske døgnbelastning. Dette vil eksempelvis gjelde store fritidsboliger, turisthytter, private utleiehytter eller lignende virksomhet med mange sengeplasser per soverom.

Når antall faktiske sengeplasser er bestemt, beregnes største hydrauliske døgnbelastning (liter/døgn) ved å multiplisere med dimensjonerende vannmengde (liter/(sengeplass·døgn)).

Dimensjonering av hydraulisk døgnbelastning for fellesanlegg (< 50pe)

Ved dimensjonering av hydraulisk døgnbelastning fra en bebyggelse til fellesanlegg skal antall sengeplasser for hver bygning tilknyttet fellesanlegget bestemmes ut fra forventet antall sengeplasser iht. tabell 2-1 eller ut fra bygningenes faktiske antall sengeplasser. Antall sengeplasser som et fellesanlegg med i antall bygninger må dimensjoneres for kan da beregnes på følgende måte:

Antall sengeplasser fellesanlegg =
(Antall sengeplasser bygning 1 + bygning 2 + bygning 3 + + bygning i) · skaleringsfaktor for i bygninger

Fremstilt som ligning: $ASP_{\text{Fellesanlegg}} = (ASP_{\text{bygning 1}} + ASP_{\text{bygning 2}} + \dots + ASP_{\text{bygning } i}) \cdot SF_i$ bygninger

- SF_i er en skaleringsfaktor som gjelder for i antall bygninger, se kap. 2.5
- $ASP_{\text{bygning } i}$ er antall sengeplasser for bygning i
- $ASP_{\text{Fellesanlegg}}$ er det totale antall sengeplasser for bygningene som tilknyttes fellesanlegget
- Antall sengeplasser for fellesanlegget ($ASP_{\text{Fellesanlegg}}$) rundes opp til nærmeste heltall
- Den samlede hydrauliske døgnbelastningen for fellesanlegget beregnes ved å multiplisere antall sengeplasser for fellesanlegget med dimensjonerende vannmengde (q_{dim}):

Hydraulisk døgnbelastning fellesanlegg (liter/døgn) =
Antall sengeplasser fellesanlegg (sengeplasser) x Dimensjonerende vannmengde (l/(sengeplass·d))

Fremstilt som ligning: $Q_{\text{Fellesanlegg}} \left(\frac{\text{liter}}{\text{døgn}} \right) = ASP_{\text{Fellesanlegg}} \cdot q_{\text{dim}} \left(\frac{\text{liter}}{\text{sengeplass} \cdot \text{døgn}} \right)$

2.3.6 Bestemmelse organisk stoffbelastning – antall pe

Diskusjonen i kap. 2.3.3. viser at det er en begrenset forurensningsmessig gevinst i å dimensjonere et mindre avløpsanlegg for den organiske toppbelastningen som anlegget forventes å motta i kortere periode, f.eks. i forbindelse med besøk i ferier. Dette i motsetning til konsekvensene av å underdimensjonere den hydrauliske belastningen, som kan være store. Imidlertid setter forurensningsforskriften krav til at avløpsanleggets størrelse i pe skal beregnes på bakgrunn av største ukentlige mengde BOF_5 som tilføres avløpsanlegget gjennom året. Uansett er det hensiktsmessig å dimensjonere hydraulisk døgnbelastning og organisk stoffbelastning uavhengig av hverandre.

Underlag for å anbefale dimensjonering med hensyn på organisk stoffbelastning

Veiledningen gir anbefalinger for å sikre at det biologiske rensetrinnet kan håndtere den organiske stoffbelastningen knyttet til det antall personer som det er rimelig vil bebo/bruke en bygning ut ifra

bebyggelsens størrelse og beskaffenhet. Med bakgrunn i dette legger dimensjoneringsveiledningen følgende kriterium til grunn for dimensjonering av største organiske stoffbelastning:

Dimensjoneringskriterium for organisk stoffbelastning: Avløpsanlegg skal dimensjoneres for å håndtere største forventede maksukebelastning for organisk stoff som vil kunne tilføres anlegget i løpet av anleggets levetid, ut fra bygningens størrelse og beskaffenhet.

For å sikre forurensningsforskriftens krav må avløpsanleggets størrelse i pe bestemmes på bakgrunn av den uken med størst pe gjennom året. I henhold til Norsk Standard 9426, *Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann*, kan største ukentlige belastning beregnes ut fra midlere døgntilførsel av BOF₅ over året. Dette ut fra en faktor, f_{maks} , som er forholdet mellom maksuke og midlere døgntilførsel. Imidlertid måles sjelden midlere døgntilførsel av BOF₅ for mindre avløpsanlegg. NS 9426 opplyser at dersom det ikke finnes tilstrekkelig informasjon for tilført BOF₅, kan veiledende verdier for f_{maks} benyttes. For små avløpsanlegg uten næringsmiddelavløp kan $f_{maks} = 1,5$ benyttes:

Den uken med størst pe gjennom året skal legges til grunn når avløpsanleggets størrelse i pe skal bestemmes. Den største ukentlige belastningen kan også beregnes ut fra midlere døgntilførsel av BOF₅ over året. Følgende formel kan brukes:

$$pe_{maksuke} = \frac{M \times 1000 \times f_{maks}}{60}$$

$pe_{maksuke}$ er antall pe for største ukentlig mengde (maksuke)

M er midlere døgntilførsel av BOF₅ til renseanlegget over året (kg/d)

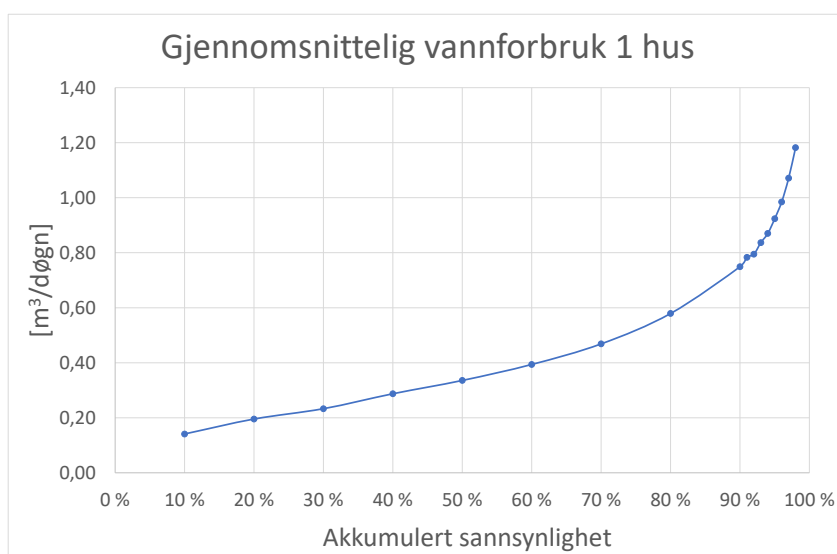
f_{maks} er forholdet mellom maksuke og midlere døgntilførsel

60 er et spesifikt tall for BOF₅

Dersom det ikke finnes tilstrekkelig informasjon for tilført BOF₅, kan veiledende verdier for f_{maks} brukes:

- 1,5 – små renseanlegg uten næringsmiddelavløp;

For å bestemme forventet maksukebelastning for organisk stoff ($pe_{maksuke}$), tas utgangspunkt i midlere døgntilførsel basert på gjennomsnittlig antall personer per bolig/husholdning. Dataunderlaget fra B20-rapporten kan benyttes til å estimere gjennomsnittlig antall personer per bolig. Figur 2.4 viser fordelingsfunksjonen for gjennomsnittlig døgntilførsel i ca 47 000 husstander hentet fra dataunderlaget i Norsk Vann rapporten *B20 - Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk*.



Figur 2.4:
Fordelingsfunksjon for døgntilførsel fra 47 000 husstander (ref. B20, Norsk Vann)

Ved å dividere gjennomsnittlig døgnforbruk på dimensjonerende vannmengde vil en i stedet få en fordelingsfunksjon som beskriver antall benyttede sengeplasser per bolig/husstand. Dersom valgt dimensjonerende vannmengden på 150 liter/(sengeplass-døgn) benyttes, ser fordelingsfunksjonene for både det gjennomsnittlige døgnforbruket for en husstand og gjennomsnittlig antall benyttede sengeplasser per år ut som vist i tabellform i tabell 2-3.

Tabell 2-3: Datagrunnlag for fordelingsfunksjoner for gjennomsnittlig vannforbruk per døgn for 47 000 boliger og estimert antall benyttede sengeplasser (ref. B20, Norsk Vann)

Percentil [%]	Gjennomsnittlig døgnforbruk for ett hus [m ³ /døgn]	Antall benyttede sengeplasser
10 %	0,14	0,94
20 %	0,20	1,30
30 %	0,23	1,55
40 %	0,29	1,92
50 %	0,34	2,24
60 %	0,39	2,63
70 %	0,47	3,12
80 %	0,58	3,86
90 %	0,75	5,00
91 %	0,78	5,22
92 %	0,79	5,30
93 %	0,84	5,58
94 %	0,87	5,80
95 %	0,92	6,16
96 %	0,98	6,57
97 %	1,07	7,14
98 %	1,18	7,88

Basert på tallmaterialet i B20-rapporten og benyttet metodikk fremkommer det at det i gjennomsnitt bor 2,12 personer per bolig. Dette gjennomsnittstallet understøttes av tall fra SSB som sier at det i 2023 var gjennomsnittlig 2,11 personer per privathusholdning (<https://www.ssb.no/befolkning/barn-familier-og-husholdninger/statistikk/familier-og-husholdninger>). Tabellen ovenfor viser videre at det er 90% sjanse for at det bor 5 personer eller færre i en bolig, litt under 95% sjanse for at det bor 6 personer eller færre og drøyt 97% sjanse for at det bor 7 personer eller færre per bolig.

Det tas utgangspunkt i SSBs statistikk og tallene fra B20 rapporten som viser gjennomsnittlig 2,12 personer per bolig/privathusholdning. Tabell 2-4 viser midlere døgntilførsel av organisk stoff oppgitt i pe med utgangspunkt basert på 75% persentil av forventet antall beboere per bolig/husholdning. Det legges til grunn at det for de minste boligene vil være sannsynlig at det bor færre personer, og for de største boligene er det sannsynlig at det bor flere personer. Faktoren f_{maks} , som er faktor for forholdet mellom maksuke og døgntilførsel settes iht. NS 9426 til 1,5 for små renseanlegg uten næringsmiddelavløp. Tallene i tabell 2-4 multipliseres med faktoren 1,5 for å tilfredsstille forurensningsforskriftens krav om største forventede maksukebelastning for organiske stoff, se tabell 2-5.

Tabell 2-4: Utgangspunkt for bestemmelse av midlere døgntilførsel av BOF₅ i pe for bygning basert på mulige soverom og summen av internt bruksareal (BRA-i) og areal med lav himlingshøyde (ALH), som benyttes til ordinære bruksrom – basert på 75% persentil av forventet antall beboere per bolig/husholdning

Areal BRA-i + ALH (m ²) ¹⁾	Mulige soverom i bygning ²⁾						
	1	2	3	4	5	6	7
<30 m ² ³⁾	2,0						
30-80 m ²	2,0	2,7	3,3				
80-130 m ²		3,3	3,3	3,3	4,0		
130-200 m ²		3,3	3,3	4,0	4,0	4,0	
200-250 m ²			4,0	4,0	4,0	4,7	4,7
>250 m ²				4,0	4,7	4,7	4,7

- 1) Bygningens interne bruksareal (BRA-i) + areal med lav himlingshøyde (ALH), ref. NS 3940.
Areal med lav himlingshøyde (ALH) som benyttes til ordinært bruksrom skal legges til BRA-i arealet for å bestemme totalt areal i tabell 2.
Bygningens areal som ikke benyttes til kort- eller langvarig opphold, eksempel boder, kott, teknisk rom o.l., kan trekkes fra BRA-i arealet. Dette er normalt ikke nødvendig, men kan være aktuelt dersom slikt areal utgjør en betydelig størrelse og medfører endring i m²-intervall i tabell 2.
Dersom bygningens areal er på grensen mellom to intervaller i tabellen, skal det høyeste intervallet benyttes.
- 2) Rom som typisk kan benyttes for ekstra soveplasser skal medregnes i mulige soverom, selv om rommet primært har annet bruksformål på søketidspunktet. Eksempel på slike rom er kontor, kjellerstue, loftstue eller lignende.
- 3) Mikrohus er boliger/fritidsboliger med utnyttbart areal < 30 m²

Dataunderlaget for tabell 2-3 sier ikke noe om hvordan sannsynligheten for et gitt antall beboere i en husstand har sammenheng med størrelsen på boligen/huset. Likevel er det rimelig å anta at sannsynligheten for at det bor mange personer i en bygning øker med bygningens størrelse. Anbefalingen av gjennomsnittlig antall pe i tabell 2-4 for ulike bygningstørrelser er basert på betraktninger knyttet til sannsynligheten for at bygningen vil bebos/brukes av flere enn den dimensjoneres for:

- For mikrohus < 30 m² vurderes det lite sannsynlig at boligen gjennomsnittlig over året bebos av flere enn 2 personer
- For bygninger med utnyttbart areal på 30 -80 m² vurderes det lite sannsynlig at antall beboere/brukere i gjennomsnitt over året vil overstige 2 for ett soverom, 2,7 for to soverom og 3,3 for tre soverom
- For bygninger opp til 130 m² med inntil 4 soverom og bygninger opp til 200 m² med inntil 3 soverom, er det vurdert at sannsynligheten er lav for at bygningen gjennomsnittlig over året bebos/ benyttes av flere enn 3,3 personer. Dersom hele datasettet vurderes er denne sannsynligheten 25%, men i realiteten er den vesentlig lavere siden datasettet også inkluderer større boliger
- For bygninger opp til 200 m² med 4-6 soverom og bygninger på 200-250 m² med 3-5 soverom, samt bygninger >250 m² med inntil 4 soverom, er det vurdert at sannsynligheten er lav for at bygningen i gjennomsnitt over året bebos/benytttes av flere enn 4 personer. Dersom hele datasettet vurderes er denne sannsynligheten kun ca. 18 %, men i realiteten er den vesentlig lavere siden datasettet også inkluderer større boliger

- For bygninger på 200-250 m² med 6-7 soverom og bygninger >250 m² med 5-7 soverom, er det vurdert at sannsynligheten er lav for at bygningen i gjennomsnitt over året bebos/benyttes av flere enn 4,7 personer. Dersom hele datasettet vurderes, er denne sannsynligheten kun ca. 12 %.

Dimensjonering av organisk stoffbelastning basert på bygningskarakteristika

Fordelingsfunksjonen for antall benyttede sengeplasser i tabell 2-3 og tallene i tabell 2-4 kan benyttes som utgangspunkt for å lage en tabell som anbefaler maksukebelastning i antall pe, basert på antall mulige soverom og summen av bygningens interne bruksareal (BRA-i) og areal med lav himlingshøyde (ALH), som benyttes som ordinære bruksrom. Dette er vist i tabell 2-5, som er tilsvarende tabell som foreslås for hydraulisk dimensjonering (ref. tabell 2-1), men med den forskjell at det benyttes antall pe (personekvivalenter) som dimensjonerende størrelse.

Tabell 2-5: Bestemmelse av største organiske stoffbelastning i antall pe for bygning basert på antall mulige soverom og summen av internt bruksareal (BRA-i) og areal med lav himlingshøyde (ALH), som benyttes som ordinært bruksrom

Areal BRA-i + ALH (m ²) ¹⁾	Mulige soverom i bygning ²⁾						
	1	2	3	4	5	6	7
<30 m ² ³⁾	3						
30-80 m ²	3	4	5				
80-130 m ²		5	5	5	6		
130-200 m ²		5	5	6	6	6	
200-250 m ²			6	6	6	7	7
>250 m ²				6	7	7	7

- Bygningens interne bruksareal (BRA-i) + areal med lav himlingshøyde (ALH), ref. NS 3940.
Areal med lav himlingshøyde (ALH) som benyttes til ordinært bruksrom skal legges til BRA-i arealet for å bestemme totalt areal i tabell 2.
Bygningens areal som ikke benyttes til kort- eller langvarig opphold, eksempel bodar, kott, teknisk rom o.l., kan trekkes fra BRA-i arealet. Dette er normalt ikke nødvendig, men kan være aktuelt dersom slikt areal utgjør en betydelig størrelse og medfører endring i m²-intervall i tabell 2.
Dersom bygningens areal er på grensen mellom to intervaller i tabellen, skal det høyeste intervallet benyttes.
- Rom som typisk kan benyttes for ekstra soveplasser skal medregnes i mulige soverom, selv om rommet primært har annet bruksformål på søketidspunktet. Eksempel på slike rom er kontor, kjellerstue, loftstue eller lignende.
- Mikrohus er boliger/fritidsboliger med utnyttbart areal < 30 m²

Når antall pe er bestemt på bakgrunn av relevante bygningskarakteristika vil største organiske stoffbelastning i gram BOF₅/døgn kunne beregnes for bebyggelsen ved å multiplisere med dimensjonerende organiske stoffmengde (gram BOF₅/(pe·døgn)). Dette kan uttrykkes som følger:

Organisk stoffbelastning (gram BOF₅/døgn) =

Dimensjonerende organiske stoffbelastning (gram BOF₅/(pe·døgn)) x **Antall pe** (pe)

Fremstilt som ligning:
$$\text{Organisk stoffbelastning} \left(\frac{\text{gram BOF}_5}{\text{døgn}} \right) = 60 \left(\frac{\text{gram BOF}_5}{\text{pe} \cdot \text{døgn}} \right) \cdot \text{pe}$$

Dimensjonering av organisk stoffbelastning når egenskapene til en bygning ikke passer med tallene i tabell 2-5

Det må i hvert enkelt tilfelle vurderes om belastning iht. tabell 2-5 er tilstrekkelig. Om den største organiske belastningen i en maksuke forventes å overstige antall pe som fremkommer ved å benytte tabell 2-5, skal den høyeste verdien benyttes.

Når antall pe er bestemt, beregnes største organiske stoffbelastning (gram BOF₅/døgn) ved å multiplisere med dimensjonerende organisk stoffmengde (60 gram BOF₅/(døgn·pe)).

Dimensjonering av organisk stoffbelastning for fellesanlegg (< 50pe)

Ved dimensjonering av organisk stoffbelastning fra en bebyggelse til fellesanlegg skal største forventede maksukebelastning for organiske stoff i pe fra hver bygning tilknyttet fellesanlegget bestemmes. Dette ut fra antall pe iht. tabell 2-5 eller ut fra den høyeste verdien dersom egenskapene til en bygning ikke passer med tallene i tabell 2-5. Antall pe som et fellesanlegg med *i* antall bygninger må dimensjoneres for kan da beregnes på følgende måte:

Antall pe fellesanlegg =

(pe bygning 1 + pe bygning 2 + pe bygning 3 + + pe bygning *i*) · skaleringsfaktor for *i* bygninger

Fremstilt som ligning: $pe_{\text{Fellesanlegg}} = (pe_{\text{bygning 1}} + pe_{\text{bygning 2}} + \dots + pe_{\text{bygning } i}) \cdot SF_i \text{ bygninger}$

- SF_{*i*} er en skaleringsfaktor som gjelder for *i* antall bygninger, se kap. 2.5
- pe_{bygning *i*} er antall pe for bygning *i*
- pe_{Fellesanlegg} er det totale antall pe for bygningene som tilknyttes fellesanlegget
- Antall pe for fellesanlegget (pe_{Fellesanlegg}) rundes opp til nærmeste heltall
- Den samlede organiske stoffbelastningen for fellesanlegget beregnes ved å multiplisere antall pe for fellesanlegget med dimensjonerende organiske stoffmengde:

Organisk stoffbelastning fellesanlegg (gram BOF₅/døgn) =

Dimensjonerende organiske stoffbelastning (gram BOF₅/(pe·døgn)) x Antall pe fellesanlegg (pe)

Fremstilt som ligning:

$$\text{Organisk stoffbelastning}_{\text{Fellesanlegg}} \left(\frac{\text{gram BOF}_5}{\text{døgn}} \right) = 60 \left(\frac{\text{gram BOF}_5}{\text{pe} \cdot \text{døgn}} \right) \cdot pe_{\text{Fellesanlegg}}$$

2.3.7 Dimensjonering av fritidsboliger, turistbedrifter og lignende virksomhet

Fritidsboliger, turistbedrifter og lignende virksomhet dimensjoneres med utgangspunkt i tabell 2-1 for bestemmelse av hydraulisk døgnbelastning og tabell 2-5 for bestemmelse av største organiske stoffbelastning. *Unntakene vil være:*

- Bygninger der antall sengeplasser forventes å være høyere enn det som fremkommer av tabell 2-1. Dette kan eksempelvis være svært store fritidsboliger, turisthytter, private utleiehytter eller lignende virksomhet med mange sengeplasser per soverom. I slike tilfeller skal hydraulisk døgnbelastning bestemmes ut fra det *faktiske antall* sengeplasser som er i den aktuelle bygningen.
- Bygninger der antall maksimale pe i en bygning overstiger pe som fremkommer ved å benytte tabell 2-5. Dette kan eksempelvis være store fritidsboliger turisthytter, private utleiehytter eller lignende virksomhet med mange sengeplasser per soverom og jevnt høyt

belegg. I slike tilfeller skal organisk stoffbelastning bestemmes ut fra det høyeste antall pe i bygningen.

Dersom fritidsbolig, turistbedrift eller lignende virksomhet har beskaffenhet eller bruk som tilsier at dimensjonerende data som fremkommer av tabell 2-1 og/eller 2-5 ikke er egnet som grunnlag for å beregne dimensjonerende mengder, må det gjøres vurderinger i det enkelte tilfellet.

2.3.8 Dimensjonering av minimum slamlagringskapasitet

Størrelsen på slamlageret påvirker i utgangspunktet kun hvor ofte et anlegg må tømmes med en gitt organisk stoffbelastning. Hverken forurensingsforskriften eller TEK stiller krav til slamlagringskapasitet. For at avløpsanlegg skal fungere tilfredsstillende, må det sikres at anlegg som etableres har nødvendig slamlagringskapasitet til å håndtere den forventede slamproduksjonen innenfor den aktuelle kommunes slamtømmeordning.

Veiledningen beskriver ikke fastsettelse av slamtømmeintervall i driftsfasen. I driftsfasen bør det tilstrebes at tømmeintervallet reflekterer det faktiske tømmebehovet, som igjen vil være avhengig av den gjennomsnittlige belastningen til det aktuelle anlegget.

For å bidra til en forbedret praksis for slamtømming, vil *Veiledning for dimensjonering av mindre avløpsanlegg (<50 pe)* legge til grunn at følgende kriterium må oppfylles:

Dimensjoneringskriterium for å sikre tilstrekkelig slamlagringskapasitet: Slamlageret må ha tilstrekkelig kapasitet til at det ikke blir fullt i løpet av perioden mellom to tømminger når det legges til grunn at anlegget mottar en organisk stoffbelastning som tilsvarer anleggets kapasitet.

Spesifikk slamproduksjon og størrelse på slamlager vil være gitt når anleggstype (og størrelse) er valgt. Det må tas høyde for at den spesifikke slamproduksjonen er forskjellig for ulike renseløsninger:

- For slamavskillere skal det legges til grunn 250 liter/(person·år) for totalavløp og 125 liter/(person·år) for gråvann
- For minirenselanlegg med slamlager for sedimentert slam skal det legges til grunn spesifikke slamproduksjonen på 650 liter/(person·år)

Det må sikres at anlegget som velges har nødvendig slamlagringskapasitet til å håndtere den størst forventede slamproduksjonen i løpet av anleggets levetid, forutsatt at slamtømmingen utføres innenfor kommunens slamtømmeordning. Dette sikres ved å legge til grunn at slamlageret dimensjoneres for en belastning tilsvarende anleggets kapasitet for behandling av organisk stoff.

Veiledningen anbefaler at følgende gjøres ved prosjektering/saksbehandling av utslippssøknader:

- Beregne den største forventede årlige slamproduksjonen i m³/år basert på det valgte anleggets kapasitet:

Årlig slamproduksjon (m ³ /år) =
Kapasitet (Antall personer) x Spesifikk slamproduksjon (m ³ /(person·år)) x $\frac{\text{Antall bruksdøgn per år (døgn)}}{365 \text{ (døgn)}}$

- *Kapasitet* tilsvarer tallmessig anleggets behandlingsskapasitet for organisk stoff (pe), men benytter enheten *Antall personer* som er dimensjonerende størrelse for slamproduksjon
- Spesifikk slamproduksjon (m³/(person·år)) for den valgte renseløsningen
- For boliger med helårsbruk vil antall bruksdøgn være 365 per år, mens for boliger med sesongbruk, turistbedrift og lignende virksomheter må antall bruksdøgn vurderes i det enkelte tilfellet

- Beregne minimum slamtømmeintervall for valgt avløpsanlegg:

$$\text{Slamtømmeintervall (mnd)} = \frac{\text{Effektivt slamlagringsvolum (m}^3\text{)}}{\text{Årlig slamproduksjon (m}^3\text{/år)}} \times 12 \text{ (mnd/år)}$$

- Effektivt slamlagringsvolum i antall m³ for det valgte avløpsanlegget skal fremkomme av produktdokumentasjon fra leverandør/produzent, og skal være beskrevet i utslippssøknaden
- Sikre at slamlageret for valgt avløpsanlegg har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere slamproduksjonen i perioden mellom to tømninger, når tømningen utføres innenfor kommunens slamtømmeordning.
 - Det må fremskaffes kjennskap til kommunens slamtømmeordning, og om denne gir begrensninger i tømmeintervall og tidspunkt for tømning av det valgte anlegget

2.4 Behov for ny praksis ved dimensjonering av slamavskillere

Retningslinjer for dimensjonering av slamavskillere er gitt i VA/Miljø-blad 48, *Slamavskillere*. I henhold til miljøblad 48 skal slamavskillere dimensjoneres for å sikre både tilstrekkelig slamvolum og tilstrekkelig vannvolum. Miljøblad 48 vil på sikt erstattes av Vannstandard og det er naturlig at de endringer som her foreslås spilles inn i dette arbeidet.

Vannvolumet relaterer til oppholdstiden i slamavskilleren og skal bidra til å sikre tilstrekkelig renseseffekt gjennom fjerning av partikulært materiale ved sedimentasjon. Vannvolumet dimensjoneres i henhold til hydraulisk døgnbelastning (liter/døgn). I henhold til nye veiledning for mindre avløpsanlegg bestemmes hydraulisk døgnbelastning som følger:

Hydraulisk døgnbelastning (liter/døgn) =

Dimensjonerende vannmengde (liter/(sengeplass·døgn)) x **Antall sengeplasser** (sengeplasser)

Fremstilt som ligning: $Q \left(\frac{\text{liter}}{\text{døgn}} \right) = q_{\text{dim}} \left(\frac{\text{liter}}{\text{sengeplass} \cdot \text{døgn}} \right) \cdot \text{Antall sengeplasser (sengeplasser)}$

der q_{dim} er dimensjonerende vannmengde som skal settes til 150 liter/(sengeplass·døgn) for totalavløp og 125 liter/(sengeplass·døgn) for gråvann. Antall sengeplasser bestemmes for den aktuelle bebyggelsen som tilknyttes avløpsanlegget.

Som følge av at den dimensjonerende vannmengde for bygninger i spredt bebyggelse reduseres fra 200 liter/(pe·døgn) til 150 liter/(sengeplass·døgn), vil dimensjoneringen av nødvendig vannvolum reduseres for de mindre boligene, der tilført vannmengde beregnes lavere enn 1000 liter/døgn. For å unngå at anbefalingene i den nye veiledningen resulterer i en reell nedskalering av slamavskillere for mindre bolighus, foreslås det å øke oppholdstiden fra 18 til 24 timer. Dette vil bidra til å sikre at slamavskillere som benyttes i forkant av infiltrasjonsanlegg og filterløsninger fortsatt dimensjoneres konservativt. Med dette unngås fare for dårligere rensesfunksjon og økt tilførsel av suspendert stoff til nedstrøms rensetrinn, som igjen kan medføre driftsproblemer og i verste fall funksjonssvikt.

I henhold til miljøblad 48 er det vanlig å dimensjonere slamlageret for slamavskillere til helårsboliger med slamtømmefrekvens hvert 2. år, med en dimensjonerende slammengde på 250 liter/(person·år) for totalavløp. Dimensjonering av slamlagere anbefales å ta utgangspunkt i *antall personer*, som tallmessig tilsvarer anleggets behandlingsskapasitet for organisk stoff i pe (se kap. 2.3.6).

For å beregne størrelse på slamavskiller (V_{tot}), må vannvolum (V_{Vann}) og slamvolum (V_{Slam}) beregnes:

- Vannvolum (V_{Vann}) beregnes slik:

$$\text{Vannvolum (m}^3\text{)} = \text{Hydraulisk døgobelastning (m}^3\text{/døgn)} \times \text{Oppholdstid (døgn)}$$

- Oppholdstid = 24 timer = 1 døgn

- Slamvolum (V_{Slam}) beregnes slik:

Slamvolum (m^3) =

$$\text{(Kapasitet (Ant. personer) x Spesifikk slamproduksjon (m}^3\text{/(person}\cdot\text{år)) x } \frac{\text{Ant. bruksdøgn per år (døgn)}}{365 \text{ (døgn)}} \text{) x Tid (år)}$$

- *Kapasitet* tilsvarer tallmessig anleggets behandlingsskapasitet for organisk stoff (pe), men benytter enheten *Antall personer* som er dimensjonerende størrelse for slamproduksjon
- Spesifikk slamproduksjon;
 - Totalavløp: 250 liter/(person·år) = 0,25 m³/(person·år)
 - Gråvann: 125 liter/(person·år) = 0,125 m³/(person·år)
- For boliger med helårsbruk vil antall bruksdøgn være 365 per år, mens for boliger med sesongbruk, turistbedrift og lignende virksomheter må antall bruksdøgn vurderes i det enkelte tilfellet
- Tid tilsvarer ønsket slamtømmeintervall i år

Det anbefales å dimensjonere slamavskiller for all type bebyggelse for minimum 12 måneder slam-lagringskapasitet. Forurensningsforskriften setter krav til at slamavskiller tilknyttet helårsbolig eller fritidsbolig skal tømmes helt for slam etter behov, ikke sjeldnere enn henholdsvis hvert andre og fjerde år (ref. § 12-13, Utforming og drift av renseanlegg).

- Samlet våtvolum (V_{tot}) beregnes slik:

$$\text{Samlet våtvolum (m}^3\text{)} = \text{Vannvolum (m}^3\text{)} + \text{Slamvolum (m}^3\text{)}$$

Fremstilt som ligning: $V_{tot} (m^3) = V_{Vann} (m^3) + V_{Slam} (m^3)$

Det må velges en slamavskiller som har et totalt våtvolum som minimum tilsvarer det beregnede samlede våtvolumet (V_{tot}). Om ikke eksakt størrelse finnes, må slamavskiller med større våtvolumet enn det beregnede velges.

Uavhengig av beregning ovenfor anbefales det ikke å dimensjonere for mindre samlet våtvolum enn 3,0 m³ for slamavskiller som skal ta imot totalavløp fra enkeltboliger.

2.5 Skaleringsfaktor for fellesanlegg

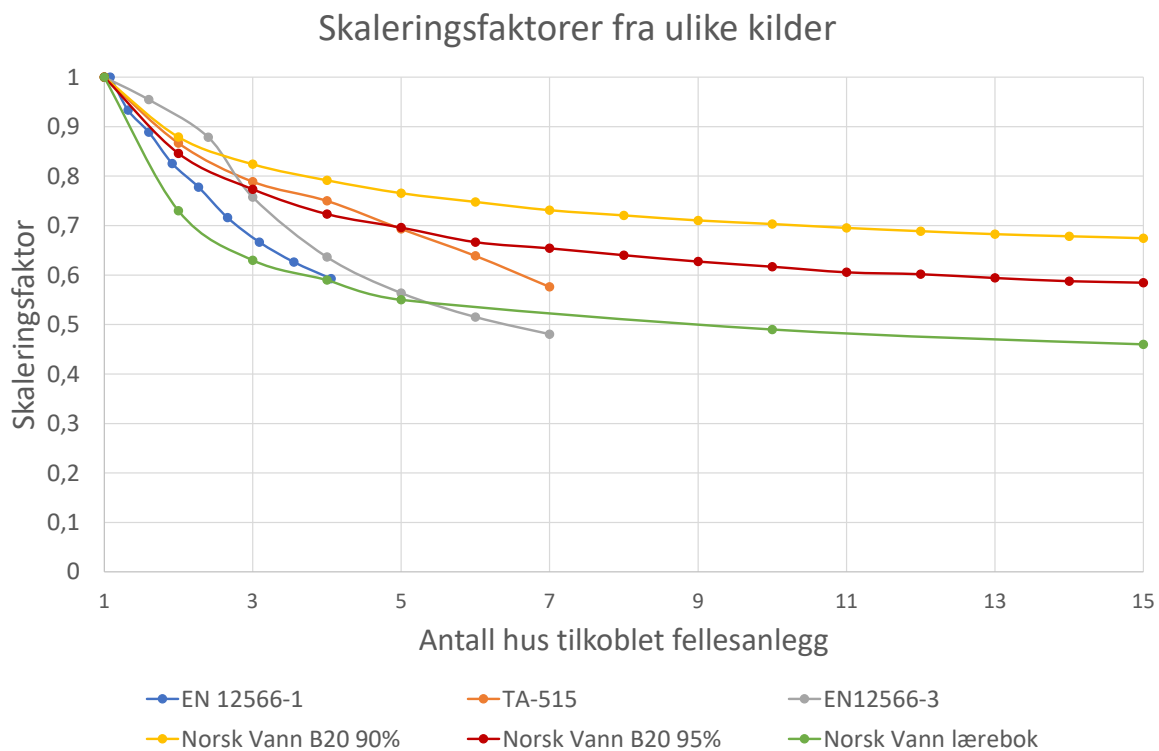
Sannsynligheten for at samtlige bygninger tilknyttet et fellesanlegg mottar maksimal belastning samtidig avtar med antall enheter som tilknyttes fellesanlegget. Det varierer imidlertid hvorvidt en slik samtidighetsbetraktning er tatt høyde for i dagens dimensjoneringspraksis for mindre avløpsanlegg (< 50 pe). Dersom samtidighetsbetraktninger ikke tas høyde for ved dimensjonering av fellesanlegg vil sannsynligheten for overdimensjonering av fellesanlegg være stor.

Dagens generelle praksis med å dimensjonere for 5 pe per husstand som tilkobles et fellesanlegg tar utgangspunkt i en lineær skalering, og tar ikke høyde for sannsynligheten for at jo flere bygninger som kobles til fellesanlegget, jo lavere vil den gjennomsnittlige belastningen fra den enkelte bygning være. Imidlertid finnes det også retningslinjer som legger opp til en gradvis reduksjon i dimensjoneringen per bygning jo flere enheter som tilkobles. Et eksempel på dette er de tidligere dimensjoneringsretningslinjene for større slamavskillere (TA-515), som nå er trukket tilbake. Her kan en skaleringsfaktor utledes direkte.

Det er også mulig å indirekte utlede en skaleringsfaktor fra testprosedyrer for renseeffekt beskrevet i EN-standardene for slamavskillere og minirensanlegg. Her forutsettes det at skaleringen som ligger til grunn for valg av hydraulisk testbelastning for ulike anleggsstørrelser også er relevant for skalering av fellesanlegg.

I tillegg er det i dette prosjektet benyttet datagrunnlaget fra Norsk Vann rapport B20 til å vurdere samlet hydraulisk belastning ved sammenkobling av flere boliger/fritidsboliger, og ut fra dette utlede en skaleringsfaktor.

De ulike skaleringsfaktorene som er utledet fra ulike kilder, samt skaleringsfaktorer basert på egne analyser i dette prosjektet er presentert i figur 2.5.



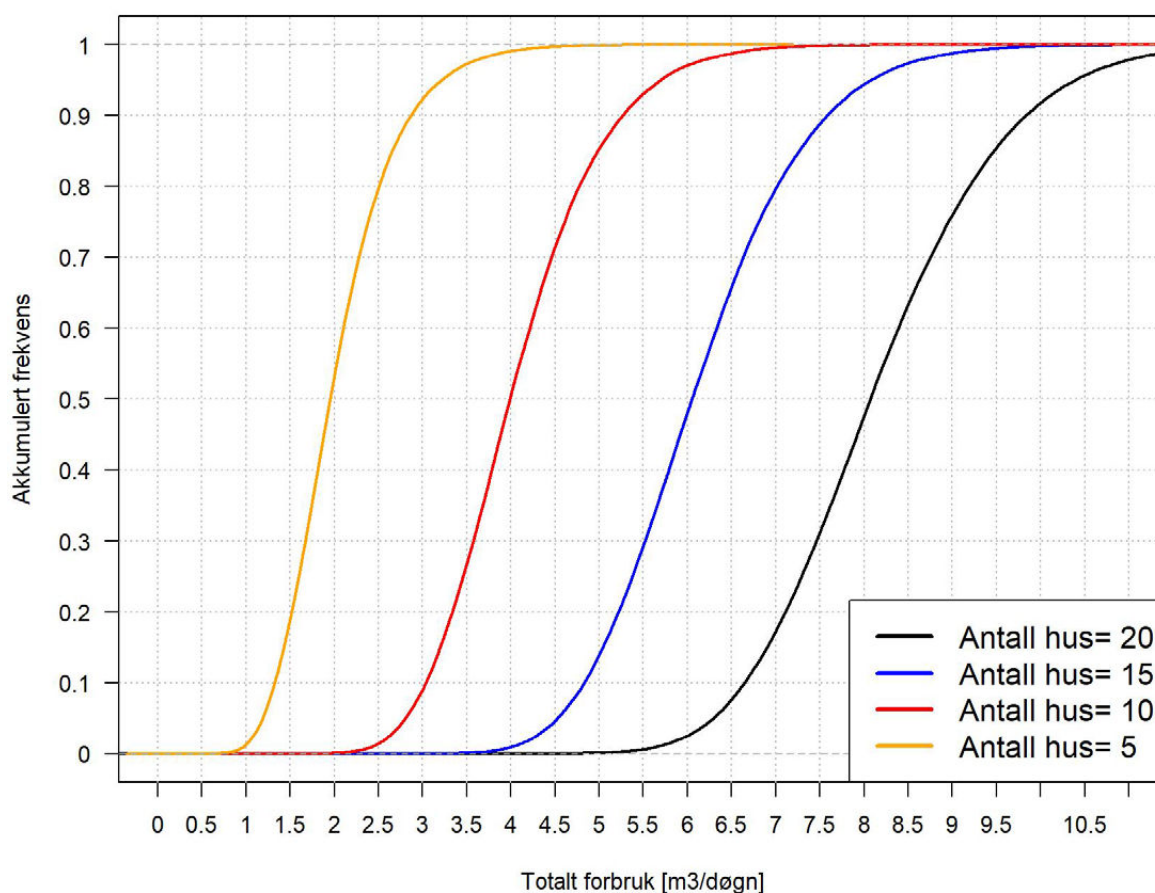
Figur 2.5: Ulike skaleringsfaktorer for tilkobling av flere hus til fellesanlegg

2.5.1 Utledning av skaleringsfaktor basert på Norsk Vann rapport B20

Basert på relevant dataunderlag er det ønskelig å kunne si noe om det samlede vannforbruket fra flere bygninger som tilkobles et fellesanlegg. Videre er det ut fra dette ønskelig å utlede en skaleringsfaktor som kan benyttes ved dimensjonering av fellesanlegg for mindre avløpsanlegg i spredt bebyggelse.

Utarbeidelse av fordelingsfunksjoner for samlet vannforbruk fra 1-20 boenheter

Det er tatt utgangspunkt i dataunderlaget for Norsk Vann rapport B20/2016 der tall for vannforbruk i norske husholdninger er beskrevet, ref. kap. 2.2.1. Videre er det benyttet Monte Carlo-simulering som omfatter en klasse med algoritmer som er velegnet for å kombinere stokastiske variabler slik det her er snakk om. Metoden som her er benyttet kombinerer spesifikt vannforbruk og antall personer per bolig ved vilkårlige uttrekk fra de respektive fordelingsfunksjonene. Her er det utført 50 000 simuleringer, dvs. 50 000 uavhengige vilkårlige uttrekk fra fordelingsfunksjonene for spesifikt vannforbruk og antall personer per bolig. Simuleringen er gjentatt med 50 000 simuleringer for henholdsvis ett hus, to hus, tre hus, osv., opptil 20 hus. Simuleringene resulterer i 20 nye fordelingsfunksjoner som representerer samlet gjennomsnittlig vannforbruk for et gitt antall boliger. Fordelingsfunksjonene for henholdsvis 5 hus, 10 hus, 15 hus og 20 hus er vist i figur 2.6.



Figur 2.6: Fordelingsfunksjoner for totalt vannforbruk ved oppkobling av et gitt antall hus til fellesanlegg

Bestemmelse av skaleringsfaktor for dimensjonering av fellesanlegg

Tabell 2-6 viser persentil-verdier for fordelingsfunksjonen for gjennomsnittlig døgnforbruk over året for ett hus.

Tabell 2-6: *Persentil-verdier for gjennomsnittlig vannforbruk for ett hus basert på dataunderlag fra Norsk Vann rapport B20/2016*

Percentil [%]	Gjennomsnittlig vannforbruk 1 hus [m ³ /døgn]
70 %	0,47
80 %	0,58
90 %	0,75
91 %	0,78
92 %	0,79
93 %	0,84
94 %	0,87
95 %	0,92
96 %	0,98
97 %	1,07
98 %	1,18

Det vurderes at det er rimelig å legge til grunn at største gjennomsnittlige vannforbruk for ett-hus-anlegg er i størrelsesorden 0,75 til 0,9 m³/døgn, tilsvarende persentil-verdier i området 90-95%. Dersom det legges til grunn en dimensjonerende vannmengde på 150 liter/(sengeplass·døgn) tilsvarer dette en hydraulisk belastning i området 5-6 personer.

Følgende generelle sammenheng kan benyttes for å bestemme skaleringsfaktor

$$SF_i = \frac{Q_{Utvalg,i}}{Q_{Lineærskalering,i}} \quad (\text{likning 1})$$

der SF_i er skaleringsfaktoren for dimensjonering av fellesanlegg for tilkobling av i antall bygninger, $Q_{Lineærskalering,i}$ er samlet vannforbruk for i antall bygninger basert på lineær skalering og $Q_{Utvalg,i}$ er samlet vannforbruk for i antall boliger hentet fra fordelingsfunksjonen, vist i figur 2.6 for henholdsvis 5, 10, 15 og 20 hus.

Tabell 2-7 oppgir verdier for lineær skalering av vannforbruk [m³/døgn] for 1-20 hus der det tas utgangspunkt i vannforbruket for ett hus. Verdiene i tabell 2-7 utgjør nevneren i likning 1 ovenfor ($Q_{Lineærskalering,i}$).

Tabell 2-7: *Lineær skalering av vannforbruk [m³/døgn] for 1-20 hus der det tas utgangspunkt i vannforbruket for ett hus. Vannforbruket for ett hus tilsvarer de angitte persentilverdiene fra fordelingsfunksjonen for gjennomsnittlig vannforbruk basert på dataunderlag fra Norsk Vann rapport B20/2016.*

Percentil [%]	Antall hus																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
90 %	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,24	5,99	6,74	7,49	8,24	8,99	9,74	10,49	11,24	11,99	12,74	13,49	14,24	14,99
91 %	0,78	1,57	2,35	3,13	3,92	4,70	5,48	6,27	7,05	7,83	8,62	9,40	10,19	10,97	11,75	12,54	13,32	14,10	14,89	15,67
92 %	0,79	1,59	2,38	3,18	3,97	4,77	5,56	6,36	7,15	7,95	8,74	9,54	10,33	11,13	11,92	12,72	13,51	14,30	15,10	15,89
93 %	0,84	1,67	2,51	3,35	4,18	5,02	5,86	6,69	7,53	8,37	9,20	10,04	10,88	11,71	12,55	13,39	14,22	15,06	15,90	16,74
94 %	0,87	1,74	2,61	3,48	4,35	5,22	6,09	6,96	7,83	8,70	9,57	10,44	11,31	12,18	13,05	13,92	14,79	15,66	16,53	17,40
95 %	0,92	1,85	2,77	3,70	4,62	5,54	6,47	7,39	8,31	9,24	10,16	11,09	12,01	12,93	13,86	14,78	15,70	16,63	17,55	18,48

Tabell 2-8 oppgir beregnede persentil-verdier for estimert vannforbruk [m³/døgn] hentet fra fordelingsfunksjonene for 1-20 hus. Kolonnene for henholdsvis 5, 10, 15 og 20 hus samsvarer med de respektive fordelingsfunksjonene i figur 2.6. Verdiene i tabell 2-8 utgjør telleren i likning 1 ovenfor ($Q_{Utvalg,i}$).

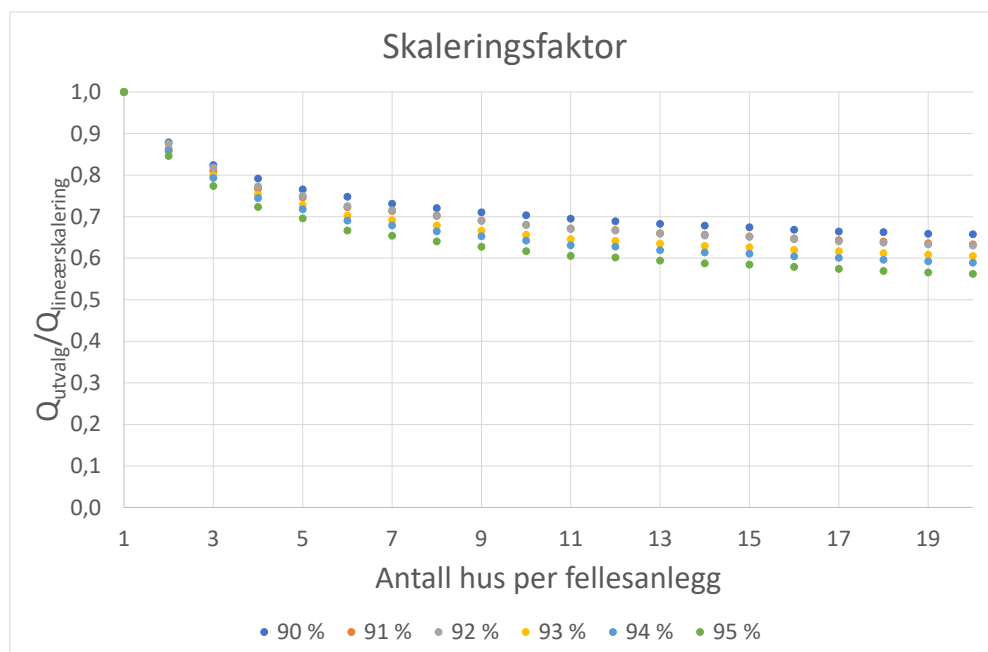
Tabell 2-8: Beregnede persentil-verdier for faktisk vannforbruk [$m^3/døgn$] hentet fra fordelingsfunksjonene for 1-20 hus basert på dataunderlag fra Norsk Vann rapport B20/2016

Percentil [%]	Antall hus																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
90 %	0,75	1,32	1,85	2,37	2,87	3,36	3,83	4,32	4,79	5,27	5,73	6,19	6,65	7,12	7,58	8,02	8,46	8,94	9,38	9,85
91 %	0,78	1,35	1,90	2,40	2,92	3,40	3,91	4,40	4,87	5,33	5,79	6,28	6,73	7,20	7,67	8,12	8,57	9,03	9,47	9,93
92 %	0,79	1,39	1,95	2,46	2,98	3,46	3,98	4,47	4,94	5,40	5,86	6,36	6,81	7,28	7,76	8,21	8,66	9,12	9,57	10,02
93 %	0,84	1,44	2,01	2,52	3,05	3,53	4,05	4,54	5,02	5,49	5,94	6,44	6,91	7,38	7,86	8,30	8,77	9,22	9,67	10,13
94 %	0,87	1,49	2,07	2,59	3,12	3,60	4,13	4,63	5,11	5,59	6,04	6,55	7,01	7,48	7,97	8,41	8,89	9,34	9,79	10,25
95 %	0,92	1,56	2,14	2,67	3,22	3,70	4,23	4,73	5,22	5,70	6,15	6,67	7,14	7,60	8,10	8,56	9,02	9,47	9,93	10,39

Tabell 2-9 viser beregnede skaleringsfaktorer for 1-20 hus ved bruk av likning 1 og verdier for $Q_{\text{Lineærskalering},i}$ og $Q_{\text{Utvalg},i}$ som oppgitt i tabell 2-7 og tabell 2-8. Beregnede skaleringsfaktorer er i tillegg presentert i figur 2-7.

Tabell 2-9: Beregnede skaleringsfaktorer for 1-20 hus

Percentil [%]	Antall hus																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
90 %	1,00	0,88	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66
91 %	1,00	0,86	0,81	0,77	0,75	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,63
92 %	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,72	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63
93 %	1,00	0,86	0,80	0,75	0,73	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61
94 %	1,00	0,86	0,79	0,74	0,72	0,69	0,68	0,66	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,59	0,59
95 %	1,00	0,85	0,77	0,72	0,70	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57	0,57	0,56



Figur 2.7: Beregnede skaleringsfaktorer for 1-20 hus

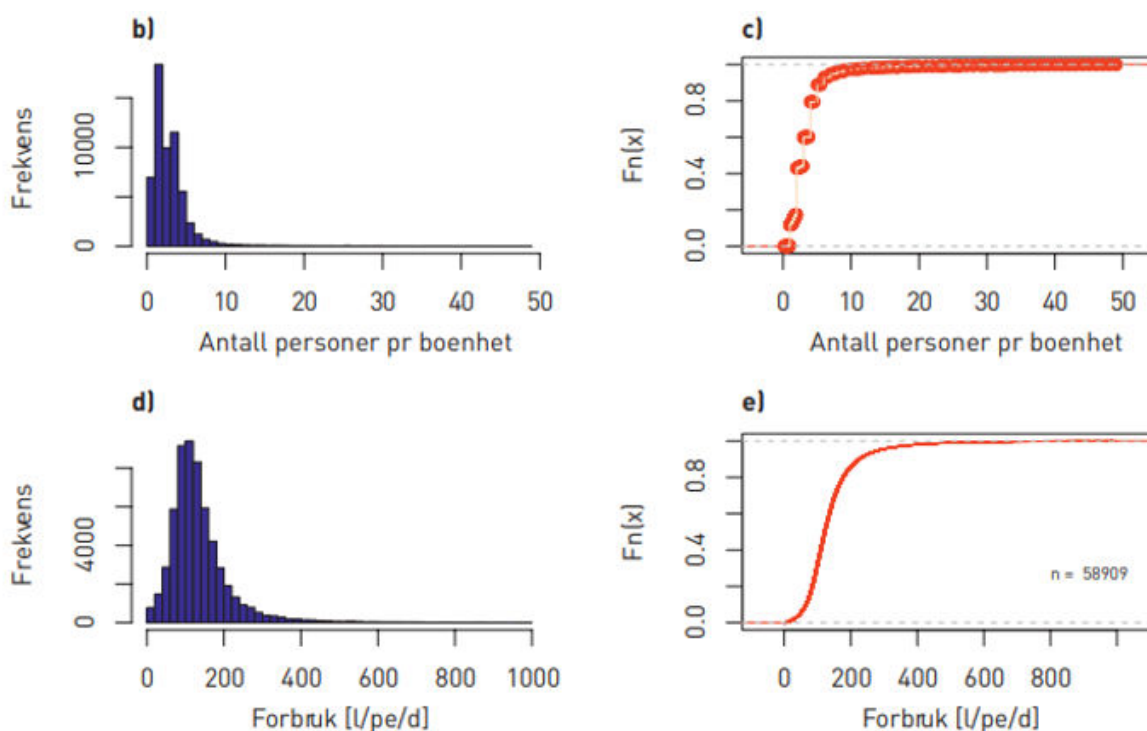
Diskusjon av relevans og usikkerhet

I ny veiledning legger det opp til at avløpsanlegget for den enkelte bygning skal dimensjoneres for å takle forventet maksimal hydraulisk belastning. Dette innebærer at det ideelt sett ønskes fordelingsfunksjoner for samlet vannforbruk for henholdsvis 1-20 boliger f.eks. den helgen i året med høyest forbruk. Siden det i dette prosjektet ikke har vært tilgang til vannmålerdata med tilstrekkelig oppløsning til å estimere forbruk over kortere tidsrom, er det ikke mulig å fremstille fordelingsfunksjoner for eksempelvis samlet maksimalforbruk over en gitt tidsperiode (f.eks. 2 døgn).

fordelingsfunksjonene som her er fremstilt gjelder for samlet gjennomsnittlig døgnforbruk over året for 1-20 boliger, og er dermed ikke nøyaktig det vi er ute etter. Imidlertid beskriver det aktuelle dataunderlaget samtidighetseffekter i tråd med det som ønskes. I mangel på datagrunnlag som sier noe om maksimalforbruk i husholdninger over kortere tidsrom (noen få dager til 1 uke) vurderes det som hensiktsmessig å basere en skaleringsfaktor for dimensjonering av fellesanlegg på tallmateriale for gjennomsnittlig årsforbruk.

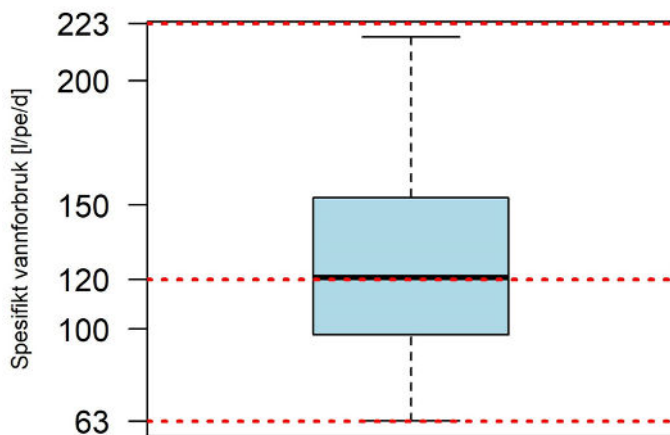
Rekonstruksjon av dataunderlaget fra Norsk Vann rapport B20/2016

Grunnet personvern og datasikkerhet ble datagrunnlaget for B20-rapporten slettet etter at prosjektet var ferdigstilt i 2016. Datagrunnlaget var derfor ikke tilgjengelig som utgangspunkt for ytterligere analyser i inneværende prosjekt. Imidlertid lot fordelingsfunksjonene for antall beboere per bolig og spesifikt vannforbruk seg rekonstruere basert på statistiske parametere rapportert i B20-rapporten. Det går ikke nærmere inn på metodikken for dette her. Den overordnede strategien var imidlertid å rekonstruere fordelingsfunksjoner og akkumulerte fordelingsfunksjoner for antall personer per boenhet og spesifikt vannforbruk per boenhet som var basert på det komplette datasettet, og som er illustrert i Figur 2.8.



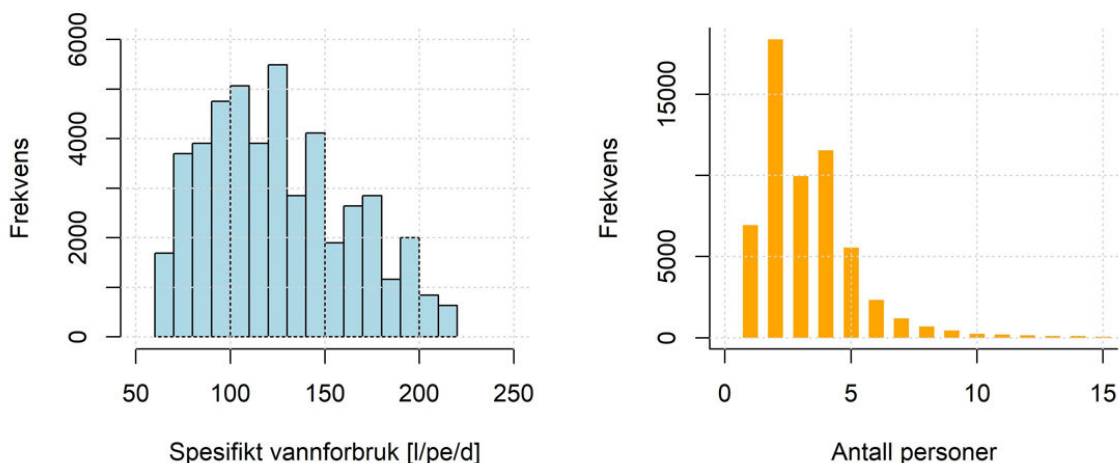
Figur 2.8: Data hentet fra Norsk Vann Rapport B20/2016 viser fordelingsfunksjoner og akkumulerte fordelingsfunksjoner for henholdsvis antall personer per boenhet (figur b og c), og spesifikt vannforbruk (figur d og e)

Deretter har det rekonstruerte datasettet blitt redusert, basert på de samme forutsetningene som ble benyttet i B20-rapporten. Dette er illustrert ved et boksplokk for fordelingsfunksjonen for spesifikt vannforbruk i Figur 2.9, der verdier høyere enn 223 l/(pe·d) og lavere enn 63 l/(pe·d) er filtrert ut. Boksplokket viser også 25%-persentil (98 l/(pe·d)), medianen (120 l/(pe·d)) og 75%-persentil (151 l/(pe·d)).



Figur 2.9: Boksplott for redusert datasett for spesifikt vannforbruk der verdier høyere enn 223 l/(pe·d) og lavere enn 63 l/(pe·d) er filtrert ut (n = 47114).

De rekonstruerte fordelingsfunksjonene for henholdsvis spesifikt vannforbruk (redusert datasett n=47114) og antall beboere per bolig (fullt datasett, n= 58909) som vist i Figur 2.10 ble benyttet for å utlede skaleringsfaktor for dimensjonering av mindre avløpsanlegg.



Figur 2.10: Rekonstruerte fordelingsfunksjoner for spesifikt vannforbruk og antall personer per bolig på bakgrunn av statistiske parametere fra Norsk Vann rapport B20/2016.

2.5.2 Anbefaling av skaleringsfaktor

Fordelingsfunksjonene for totalt vannforbruk for 1-20 boliger, som fremkommer gjennom analysen av datagrunnlaget fra Norsk Vann rapport B20/2016, vurderes som velegnet for å utlede skaleringsfaktor for dimensjonering av fellesanlegg i spredt bebyggelse. Underlaget for skaleringsfaktorene som kan utledes fra relevante dimensjoneringsveiledninger og harmoniserte testprosedyrer er ikke kjent. Det vurderes derfor dithen at dataunderlaget utarbeidet i dette prosjektet, som er både kjent og relevant, er et sikrere underlag å basere en fremtidig skaleringsfaktor på. Dette sammenlignet med skaleringsfaktorer som kan utledes fra kilder der grunnlaget ikke er kjent. I den nye veiledningen anbefales å benytte en skaleringsfaktor tilsvarende 90%-persentilen for skalering av mindre fellesanlegg (<50 pe). Anbefalt skaleringsfaktor for 1-20 hus er gjengitt i tabell 2-10. Det anbefales å benyttes samme skaleringsfaktor for boliger og fritidsboliger.

Tabell 2-10: Anbefalt skaleringsfaktor for 1-20 bygninger

	Antall bygninger (i) tilkoblet fellesanlegg																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Skaleringsfaktor (SF_i)	1,00	0,88	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66

Dersom flere enn 20 bygninger skal kobles til et fellesanlegg, benyttes samme skaleringsfaktor som for 20 enheter (0,66)

2.6 Fordrøyning

Ved prosjektering av anlegg der det forventes store variasjoner i tilførte vannmengder bør det vurderes å inkludere et fordrøyningstrinn i avløpsanlegget. Et fordrøyningstrinn tilsier at hele avløpsanlegget, eventuelt enkelte anleggskomponenter, kan dimensjoneres med lavere kapasitet, både for organisk stoffbelastning og hydraulisk belastning.

Fordrøyning vil være mest aktuelt der det er betydelige variasjoner i belastning over kortere tidsrom, f.eks. over en uke. For anlegg der det forventes betydelige sesongvariasjoner i belastningen, men for øvrig et jevnt belastningsmønster når anlegget belastes, vil fordrøyning normalt være lite formålstjenlig.

Fordrøyning vil eksempelvis være velegnet for en turisthytte eller lignende, der mesteparten av belastningen er knyttet til helgebepesøk. Ved å etablere et fordrøyningstrinn som har tilstrekkelig kapasitet til å håndtere belastningstoppen gjennom helgen, vil anlegget i prinsippet kunne dimensjoneres (både hydraulisk og for organisk stoffbelastning) for å takle gjennomsnittsbelastningen som anlegget vil motta over en uke. Det forutsettes selvsagt at det inkluderes tilstrekkelig sikkerhetsmarginer i dimensjoneringen av enten fordrøyningstrinnet eller avløpsanlegget, slik at den totale renseløsningen vil håndtere den forventede belastningen til renseanlegget.

Veilederen går ikke videre inn på prosjektering av fordrøyningstrinn.

3 Referanser

Norsk vann rapport B20/2016, *Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk*

Norsk Vann rapport 256/2020, *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*

Norsk vann rapport 257/2020, *Etablering og drift av mindre avløpsanlegg - veiledning for huseier, foretak og kommune*

Norsk Vann lærebok, *Vann- og avløpsteknikk* (2012)

TA-515, *Retningslinjer for større slamavskillere*, SFT 1980

NS-EN 12566-1:2016, *Små avløpsrenseanlegg for opptil 50 pe - Del 1: Prefabrikkerte slamavskillere*

NS-EN 12566-3: 2016, *Små avløpsrenseanlegg for opptil 50 pe - Del 3: Prefabrikkerte renseanlegg og/eller renseanlegg montert på stedet for husholdningsspillvann*

VA/Miljø-blad 48, *Slamavskiller* (2013)

VA/Miljø-blad 100, *Avløp i spredt bebyggelse, valg av løsning* (2018)

VA/Miljø-blad 49, *Våtmarksfiltre* (2001)

VA/Miljø-blad 52, *Minirensanlegg* (2009)

VA/Miljø-blad 59, *Lukkede infiltrasjonsanlegg for sanitært avløpsvann* (2018)

VA7Miljø-blad 60, *Biologiske filtre for gråvann* (2006)

4 VEDLEGG - Kunnskapsunderlag

I dette vedlegget beskrives det eksisterende kunnskapsgrunnlaget som foreligger for dimensjonering av mindre avløpsanlegg i forskrifter, standarder, veiledninger, retningslinjer, normer og beste praksis blader (VA/Miljø-Blader). I tillegg er det gitt en kort oversikt over praksis og erfaringer fra andre land det er naturlig å sammenligne med.

4.1 Eksisterende regelverk og veiledninger

4.1.1 Forskrifter

[Forurensningsforskriften \(2007\)](#)

I forurensningsforskriftens § 12-13, *Utforming og drift av renseanlegg*, står det:

Renseanlegget skal dimensjoneres, bygges, drives og vedlikeholdes slik at det har tilstrekkelig yteevne under alle klimatiske forhold som er normale for stedet der de ligger. Ved utformingen av anlegget skal det tas hensyn til variasjoner i mengde sanitært avløpsvann i løpet av året.

Videre står det i kap. 11 at de mindre avløpsanleggenes størrelse i pe (basert på BOF-belastning) skal beregnes på grunnlag av *største ukentlige mengde* som samlet går til overløp, renseanlegg eller utslippspunkt i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som for eksempel skyldes kraftig nedbør.

I forurensningsforskriften står det ingen henvisning til dimensjonering basert på hydraulisk belastning. Imidlertid har det vært allmenn praksis å dimensjonere mindre avløpsanlegg ved å benytte en dimensjonerende vannmengde på 200 liter per person og døgn i helårsbolig og per besøksdøgn i hytte/fritidsbolig.

[Byggeteknisk forskrift, TEK17 \(2017\)](#)

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge. Veiledningen til forskriften forklarer forskriftens krav og gir preaksepterte ytelser som vil oppfylle kravene. Kapittel 15 omfatter blant annet krav til utvendige vannforsynings- og avløpsanlegg. I § 15-8, punkt 4 a) står det at avløpsanlegg skal *prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført vannmengde, og slik at god helse ivaretas*. Med dette menes at anlegg for sanitært avløpsvann (spillvann) må dimensjoneres for *største forventede belastning* som tilføres anlegget.

For å kunne dimensjonere for største forventede belastning som tilføres avløpsanlegget, må det gjøres en konkret vurdering av bebyggelsens maksimale potensiale. Bruk av «standardstørrelser» på 5 pe per helårsbolig og 5-6 sengeplasser per hytte/fritidsbolig vil, avhengig av boenhetenes størrelse, utforming og tiltenkte bruk, ikke nødvendigvis oppfylle forskriftens krav.

4.1.2 Standarder

[EN 12566-3 \(2016\): Små avløpsrenseanlegg for opptil 50 pe - Del 3: Prefabrikkerte renseanlegg og/eller renseanlegg montert på stedet for hus-holdningsspillvann.](#)

Ved uttesting av minirenseanlegg i henhold til standarden EN 12566-3 benyttes en dimensjonerende nominell vannmengde på 150 liter per person og døgn som utgangspunkt for beregning av dokumentert nominell kapasitet.

I tillegg dokumenteres effektiv rensing også ved kortvarige testsekvenser med 50% overbelastning. Dette innebærer at anlegget som testes vil tilføres en hydraulisk belastning på 225 l/(pe·d) i løpet av overbelastningssekvenser. I praksis betyr dette at minirensanlegg som er testet i henhold til EN 12566-3 har dokumentert renseseffekt ved en belastning tilsvarende 225 l/(pe·d) over en periode på 1-2 døgn.

Standarden legger videre opp til en ytelsesbasert dokumentasjon av renseseffekt. Dvs. renseseffekten dokumenteres for en utvalgt modell. Det må påses at det benyttes korrekte skaleringsregler slik at det basert på dimensjoneringen kan forventes at ingen av de øvrige anleggsstørrelser i en produktserie vil ha dårligere renseseffekt enn den modellen som er typeprøvet.

[EN 12566-1 \(2016\): Små avløpsrensanlegg for opptil 50 pe - Del 1: Prefabrikkerte slamavskillere](#)

Slamavskillere testes i henhold til standarden EN 12566-1. Akkurat som EN 12566-3 legger EN 12566-1 opp til funksjonsbasert typeprøving for dokumentasjon av sentrale egenskaper som omfatter bl.a. renseseffekt. For minirensanlegg er det mulig å vurdere resultatene fra typeprøvingen opp mot krav i nasjonalt regelverk (renseseffekt for BOF og tot-P), mens det for slamavskillere benyttes en parameter for renseseffekt ved typeprøving iht. EN 12566-1 som ikke kan benyttes direkte for å vurdere hvorvidt krav til renseseffekt (SS) i nasjonalt regelverk er oppfylt.

[NS 9426 \(2006\): Bestemmelse av personekvivalenter \(pe\) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann](#)

Tettbebyggelsens størrelse skal beregnes i pe (personequivallent) for største ukentlig tilført mengde BOF₅ gjennom året. Dette er i samsvar med Avløpsdirektivet (Rådsdirektiv av 21. mai 1991 om rensing av avløpsvann fra byområder, 91/271/EØF, med endring av 98/15/EF). Standarden beskriver hvordan forurensningsforskriftens måleenhet, pe, skal brukes til å bestemme:

- størrelse på tettbebyggelse
- størrelse på avløpsanlegg

Pe beregnet ifølge standarden skal benyttes, jf. regler for avløp i forurensningsforskriften. Størrelsen på tettbebyggelse og avløpsanlegg i pe skal fremgå av:

- utslippstillatelser fra kommunal eller statlig forurensningsmyndighet, dvs. tillatt mengde pe
- rapportering til statlige myndigheter

Avløpsdirektivets pe-begrep må ikke forveksles med andre norske pe-begreper basert på blant annet nitrogen, fosfor og vannføring.

En personekvivalent er den mengden organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk over fem døgn (BOF₅) på 60 gram oksygen per døgn. Avløpsanleggets størrelse i pe beregnes på grunnlag av største ukentlige mengde som går til rensanlegg eller utslippspunkt i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som for eksempel skyldes kraftig nedbør.

Verdier for den spesifikke produksjonen av BOF₅ i gram per person og døgn er gitt i tabell 4-1 nedenfor.

Tabell 4-1: Spesifikke verdier for mengden BOF₅-bidrag per døgn per enhet. Verdiene er basert på største ukentlige mengde (maksuke) (NS 9426)

Type virksomhet	Enhet	Antall gram BOF ₅ per døgn per enhet
Fastboende	1 person	60
Skoler	1 elev*	18
Arbeidsplasser	1 yrkesaktiv	24
Sykehus, pleiehjem, gamle hjem og andre helseinstitusjoner		
a) med eget vaskeri	1 utnyttet sengeplass*	72
b) uten eget vaskeri	1 utnyttet sengeplass*	60
Hotell, pensjonat		
a) høy standard	1 utnyttet sengeplass*	72
b) midlere og lav standard	1 utnyttet sengeplass*	60
Restauranter, kafeer	1 stol*	15
Forsamlingslokaler	1 sitteplass*	2
Hytter		
a) med vannklosett og full sanitærteknisk standard	1 brukerdøgn**	60
b) med innlagt vann, men uten vannklosett	1 brukerdøgn**	18
c) uten innlagt vann	1 brukerdøgn**	6
Campingplasser		
a) med vannklosett	1 gjestedøgn	30
b) uten vannklosett	1 gjestedøgn	6

* De ansatte tas med under arbeidsplasser

** 1 brukerdøgn = 1 person i ett døgn

I tabellen fremkommer det en BOF-belastning på 18 gram BOF₅ per døgn per brukerdøgn for hytte med innlagt vann, men uten WC. 50-60% av organisk materiale i sanitært avløpsvann er i gråvannet. En verdi på 30-35 gram BOF₅ per døgn hadde derfor vært riktigere å benytte for hytte med innlagt vann, men uten WC.

4.1.3 VA/Miljø-blader

[VA-/Miljø-blad 100, Avløp i spredt bebyggelse – valg av løsning \(2018\):](#)

Ved beregninger av avløpsmengden til renseanlegget anbefaler VA/Miljøblad 100 at det kan benyttes spesifikke verdier angitt i tabell 4-2 dersom det ikke foreligger konkrete målinger som dokumenterer noe annet. Tallene for pe brukes i forbindelse med beregning av forurensningsbelastning, og ramme for utslippssøknad og utslippstillatelse.

Hydraulisk belastning brukes for dimensjonering av renseanlegget. Avløpsanleggets størrelse i pe beregnes på grunnlag av største ukentlige belastning i løpet av året.

Tabell 4-2: Dimensjonerende vannmengde og hydraulisk pe-belastning (VA/Miljø-blad 100)

	l / d	pe
1 bolig *)	1000	5
horav gråvannet utgjør	700	3,5
1 brukerdøgn i hytte med full sanitær standard	200	1
1 brukerdøgn i hytte med innlagt vann men uten vannklosett	140	0,7
1 brukerdøgn på campingplass med vannklosett	100	0,5
1 besøkende på restaurant og kafé	50	0,25
1 skoleelev	60	0,3
1 heltidsansatt	80	0,4
1 sitteplass i forsamlingslokale (kfr branninstruks)	6	0,03

* 1 pe = 200 liter/døgn dersom det ikke foreligger detaljerte målinger

En generell kommentar til tabell 4-2 er at de to øverste linjene baserer seg på at det ikke vurderes sannsynlig belastning til anlegget som etableres. Dette medfører at det ikke sikres at krav til behandlingsskapitet i TEK blir oppfylt. Linje 3-9 baserer seg på spesifikt vannforbruk, og er forenelig med å gjøre en vurdering av sannsynlig belastning til anlegget slik at kravet i TEK kan oppfylles.

Ny veiledning anbefaler at det går bort fra tallverdiene som benyttes i linje 1 og 2 i fremtiden.

Det beregnes generelt ikke fremmedvann for små anlegg < 50 pe. Det anbefales heller ikke i ny veiledning, men det må fokuseres på å sikre at fremmedvann unngås i størst mulig grad. Dersom fremmedvann oppstår, må problemet utbedres i stedet for en generell strategi om å dimensjonere anlegg for å takle større mengder fremmedvann. For noe større anlegg gjøres det vurderinger ut fra ledningsnettets tilstand, beliggenhet i forhold til grunnvannsnivå, fare for innlekking av overflatevann, planer for rehabilitering etc.

Ved beregning av hydraulisk belastning for litt større anlegg, for eksempel fellesanlegg for et hytteområde, må det også tas hensyn til faktorer som sesongvariabelt belegg, samtidighet i vannforbruk, eventuell utjevning av avløpsmengdene og timefaktor iht. dimensjoneringskriteriene

[VA-/Miljø-blad 48, Slamavskiller \(2013\):](#)

For å komme frem til dimensjonerende avløpsmengder vises det til VA/Miljø-blad 100 (se ovenfor). Ved dimensjonering av slamavskillerens totale volum må det tas utgangspunkt i belastning (antall pe som skal tilknyttes), oppholdstid og krav til tømmeffektivitet, og ut fra det beregne nødvendig vannvolum (V) og slamvolum (S). Det legges til grunn at beregnet vannvolum skal være tilstrekkelig både for å innfri kravene til renseeffekt (reduksjon av SS) i henhold til norsk regelverk og for å sikre tilstrekkelig partikkelfjerning i nedstrøms rensetrinn.

Slamavskiller i konstruerte filteranlegg eller anlegg for infiltrasjon i stedlige løsmasser dimensjoneres for 18 timers oppholdstid. Vannvolum (V) er nødvendig volum for å gi 18 timers oppholdstid. Vannvolumet beregnes for maksimal belastning med 200 liter per pe/døgn. For et større tilknytningsområde regnes som regel et lavere gjennomsnitt antall pe pr. bolig.

Slamvolum (S) er den mengde slam som produseres mellom hver tømning. Normalt beregnes 250 liter slam per pe/år for boliger med WC tilknyttet. Når antall pe tilknyttet er bestemt, kan årlig slammengde beregnes. For hytter/fritidsboliger og turistbedrifter kan slammengde dimensjoneres etter sannsynlig maksimalt belegg (bruksdøgn). For gråvann kan slammengden per pe/år halveres.

For fritidsbebyggelse er generell anbefaling at slamavskilleren dimensjoneres som for bolig dersom fritidsboligen benyttes mer enn 90 døgn per år. Det må tas hensyn til at fritidsboligen kan få en annen bruk etter evt. salg. Avvik fra dette kan være ved mindre bruk, sesongmessig drift, tilgjengelighet, spesifikke kommunale krav etc. Da beregnes slamvolumet ut fra antall bruksdøgn mellom hver tømning.

[VA-/Miljø-blad 59, Lukkede infiltrasjonsanlegg \(2018\):](#)

Infiltrasjonsanlegg må dimensjoneres ut fra tilførte vannmengder, dvs. den aktuelle hydrauliske belastningen. Slamavskiller dimensjoneres alltid for den maksimale vannmengden som kan forventes per døgn. For dimensjonering av slamavskiller, se VA/Miljø-blad nr. 48.

Størrelsen på infiltrasjonsflaten bestemmes ut fra dimensjonerende vannmengde og jordas kapasitet til å motta slamavskilt avløpsvann (infiltrasjonskapasiteten). For at infiltrasjonsanlegget skal fungere hydraulisk, er det avgjørende at jordmassenes hydrauliske kapasitet (Q) er større enn dimensjonerende vannmengde (Q_{dim}).

[VA-/Miljø-blad 49, Biologiske filtre for gråvann \(2006\):](#)

Slamavskilleren dimensjoneres, utformes og plasseres som beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 48.

Biofilter for gråvann dimensjoneres vanligvis for en hydraulisk belastning på ca 100 - 250 l/m²/døgn. Filteret kan belastes opptil 3 - 400 l/m²/døgn i kortere perioder dersom filteret får en hvileperiode. Fritidsboliger kan deles inn i kategorier ut fra antall sengeplasser. Inntil 6 sengeplasser og opp til 12 sengeplasser. Tabell 4-3 viser dimensjoneringskriterier.

Tabell 4-3: Dimensjoneringskriterier for enkeltanlegg (VA/Miljø-blad 60)

	Min. filterflate *	Min. filterhøyde **
En hytte, inntil 6 sengeplasser	2 m ²	60 cm
To hytter, inntil 6 sengeplasser pr. hytte eller hytte med inntil 12 sengeplasser	4 m ²	60 cm
Enebolig	4,5 m ²	75 cm

* Filterflatens størrelse er basert på bruk av pumpe og spredesystem som finfordeler vannet over filterflaten

** Inkludert fordelingslag og drenslag

Ut fra tabell 4-3 kan spesifikt areal per sengeplass beregnes for hytter/fritidsboliger. For boliger tas det utgangspunkt i 5 pe per bolig, og spesifikt areal kan beregnes per person.

[VA-/Miljø-blad 49, Våtmarksfiltre \(2001\):](#)

Slamavskilleren dimensjoneres, utformes og plasseres som beskrevet i VA/Miljø-blad nr. 48.

Hydraulisk belastning og dimensjonering av forfilteret avhenger av fordelingsystemets utforming og type avløpsvann.

Lengde og bredde av våtmarksfilteret bestemmes ut fra hydraulisk ledningsevne til filtermaterialet og krav til oppholdstid i filteret. Minimum bredde av filteret bestemmes ved hjelp av Darcys lov om strømning av vann i jord, hvor bl.a. de spesifikke filteregenskapene har stor betydning. Våtmarksfilterets lengde i strømningsretningen finnes ut fra filtervolumet i bassenget, samt bassengets bredde og dybde.

Mindre filterbedanlegg dimensjoneres med 1 m³ filtermasse per pe.

4.1.4 Veiledninger

[Norsk Vann rapport B20/2016: Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk](#)

Basert på tallmateriale som prosjektet har fått tilgang til, er gjennomsnittlig spesifikt vannforbruk i husholdningene beregnet til 138 l/pe/døgn. Dette baserer seg på 2013-verdier for 9 kommuner med data fra 58 909 vannmålere som til sammen måler vannforbruket til 212 882 personer. Verdigrunnet er beregnet på årlige avlesningsdata for vannforbruk.

En sammenligning av spesifikt vannforbruk hentet fra SSB og spesifikt vannforbruk beregnet fra vannforbrukstall som dette prosjektet har fått tilgang til, viser også et lavere gjennomsnittlig vannforbruk enn tallene rapportert fra SSB.

[Norsk Vann rapport 256/2020: Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg](#)

Veiledningen dekker konvensjonelle renseanlegg for mer enn ca. 50 pe. Den omfatter ikke minirenselanlegg og naturbaserte anlegg, men inneholder et avsnitt om dimensjonering av renseanlegg for turistområder.

Målinger av vannforbruk i husholdninger som er gjort i områder der det er installert vannmåler, indikerer at vannforbruket normalt ligger i området 130 -150 l/(p·d) og sjelden overstiger 200 l/(p·d).

Når man ikke har målinger som tilsier noe annet, anbefales det at den spesifikke spillvannsmengde for husholdninger ikke settes lavere enn: **150 l/(p·d)**.

Her bemerkes det at Norsk Vanns anbefalte tall for spesifikt vannforbruk i husholdninger settes til **140 l/(p·d)**. Dette er basert på gjennomført målinger, og det vises til Norsk Vann rapport B20, *Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk*, fra 2016.

I de tilfeller institusjoner og/eller servicevirksomheter produserer en vesentlig del av den totale avløpsmengden, bør det utføres målinger av avløpsmengde eller vannforbruk og dets variasjoner. For institusjoner, servicevirksomheter eller annet som produserer en mindre del av den totale spillvannsmengde, eller der målinger vanskelig lar seg gjennomføre, kan belastningstall i henhold til tabell 4-4 brukes.

Tabellen angir kun omregningsfaktorer for hydraulisk belastning. Spesifikke verdier for beregning av organisk belastning er gitt i NS 9426, *Beregning av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslipps-tillatelse for avløpsvann*. For enkelte typer av virksomhet kan det være aktuelt å bruke andre faktorer ved tilsvarende beregning av organisk belastning. Bestemmelse av disse verdiene må gjøres i hvert enkelt tilfelle ut fra kjennskapet til avløpet fra den aktuelle virksomheten.

Tabell 4-4: Omregningsfaktor for hydraulisk belastning fra institusjoner, servicevirksomhet o.l. (hentet fra Norsk Vann rapport 256/2020)

Type virksomhet	Hydraulisk belastning
Barneskoler, ungdomsskoler og videregående skoler ¹	30 l/elev-døgn
Arbeidsplasser	60 l/ansatt-døgn
Sykehus inkl. betjening	470 l/seng-døgn
Pleiehjem, sanatorium ²	340 l/seng-døgn
Hoteller, høy standard ²	375 l/overnattingsdøgn
Hoteller, midlere standard, pensjonater ²	205 l/overnattingsdøgn
Hytter, høy standard (dusj, WC, oppvaskmaskin)	115 l/gjestedøgn
Hytter, innlagt vann, uten WC	55 l/gjestedøgn
Restauranter, kafeer	75 l/stol-døgn
Svømmehaller	75 l/besøkende-døgn
Forsamlingslokaler	5 l/sitteplass-døgn

- 1) Skoler og forsamlingslokaler med svømmehaller vil gi en hydraulisk tilleggsbelastning som må vurderes i hvert tilfelle
- 2) Ansatt som bor fast regnes som 1 pe og kommer i tillegg til de oppgitte tabellverdier

Tabellen oppgir 55 liter per gjestedøgn for hytter med innlagt vann, men uten WC. Dette tallet er for lavt, men henger trolig igjen fra tabellen i NS 9426, se kommentar til tabell 4-1 ovenfor. Et riktigere tall her, ut fra andre tall i tabellen, vil være 90-100 liter per gjestedøgn.

Det samme gjelder 115 liter/gjestedøgn for hytter med høy standard (dusj, WC, oppvaskmaskin). I tabell fra NS 9426 er det oppgitt 60 gram BOF₅ per døgn per bruksdøgn. Dette burde tilsi 150

liter/bruksdøgn i tabell 4-4. Heller ikke tall for sykehus, pleiehjem og hoteller med høy standard stemmer overens med tabell i NS 9426.

[Norsk Vann rapport 257/2020: Etablering og drift av mindre avløpsanlegg – veiledning for huseiere, foretak og kommuner](#)

For boliger som ikke er tilknyttet offentlig nett, har det vært en langvarig etablert praksis å regne *minimum* 5 pe per bolig. Dette fremgår av både VA/Miljø-blader og veiledningsmateriell. Det er grunn til å påpeke at noen foretak har hatt som rutine å legge 5 pe til grunn for dimensjonering av en boenhet, uten nærmere vurdering av hvor mange personer som *potensielt* kan bo i boligen. Denne praksisen må endres i samsvar med TEK17. Kravet i TEK [17 §15-8 nr. 4, bokstav a](#), medfører at anlegget skal dimensjoneres for største forventede belastning (hydraulisk). Et avløpsanlegg må følgelig dimensjoneres for å håndtere den hydrauliske belastningen tilsvarende antall personer som huset potensielt kan bebos av.

Rent praktisk betyr dette at vurderingen må gjøres av uavhengig foretak/prosjekterende foretak i hvert enkelt tilfelle. Det finnes ingen veiledning i hvordan beregningen skal gjøres, men det vil være fornuftig å ta utgangspunkt i antall sengeplasser, vurdert opp mot bygningens muligheter og begrensninger for øvrig. Dersom det er hybel eller leilighet tilknyttet boligen kommer dette i tillegg. 5 pe som standard er derfor en uheldig praksis.

Fritidsboliger med full standard dimensjoneres som for boliger. For øvrige bygninger anbefales tabellen i VA/Miljøblad 100, *Avløp i spredt bebyggelse - valg av løsning*, som et utgangspunkt, i tillegg til NS 9426, *Bestemmelse av personekvivalenter (pe) i forbindelse med utslippstillatelse for avløpsvann*.

Antall I/(p·d) (liter per person, per døgn)

Det har vært en langvarig praksis å regne 200 I/(p·d) for mindre anlegg som ikke er tilknyttet offentlige nett. Det vil være forskjell på store, kommunale anlegg og små, private anlegg når det gjelder sesongvariabelt belegg, samtidighet i vannforbruk og utjevning av avløpsmengdene.

TG-ordningen benytter samme dimensjoneringstall for hydraulisk kapasitet som beskrives i de europeiske standardene for små avløpsanlegg i EN 12566-serien. Dvs. at en pe tilsvarer en nominell hydraulisk belastning på 150 I/(p·d), og en hydraulisk toppbelastning på 225 I/(p·d) for et 5 pe-anlegg. Den dokumenterte hydrauliske toppbelastningen som minirensenanlegg kan håndtere er over 200 I/(p·d), mens den «daglige» belastningen er 150 I/(p·d), dvs. vesentlig lavere enn 200 I/(p·d).

Personekvivalent basert på forurensningsforskriften (pe basert på BOF-belastning)

Rensenanlegget skal dimensjoneres slik at det har tilstrekkelig yteevne under alle klimatiske forhold som er normale for stedet der de ligger ([forurensningsforskriften § 12-13](#)).

Belastningen av avløpsanlegget beregnes etter antall [pe basert på BOF-belastning \(forurensningsforskriften § 11-3, bokstav m\)](#). Beregningene gjøres på grunnlag av største ukentlige mengde som går til rensenanlegg eller utslippspunkt i løpet av året, med unntak av uvanlige forhold som kraftig nedbør. I tillegg til dimensjonering etter antall pe basert på BOF, som fremgår av forurensningsforskriften, må anleggene dimensjoneres slik at de innfrir kravene i TEK17.

Dimensjonering basert på hydraulisk belastning

[TEK17 § 15-8 nr. 4](#) sier at avløpsanlegg skal prosjekteres og utføres slik at avløpsvann bortledes i takt med tilført mengde, og slik at god helse ivaretas. Her gis ikke videre veiledning om hvordan dimensjoneringen skal beregnes, utover at det må dimensjoneres for største, forventede belastning. I tillegg til dimensjonering etter antall pe basert på BOF, som fremgår av forurensningsforskriften, må

anleggene dimensjoneres slik at de tåler den [maksimale hydrauliske døgnbelastningen](#). Det er maksimal døgnbelastning som avgjør den hydrauliske belastningen. Dette er viktig for at et anlegg, eller utslippsområdet til anlegget, ikke skal tilføres mer vann enn det klarer å ta unna.

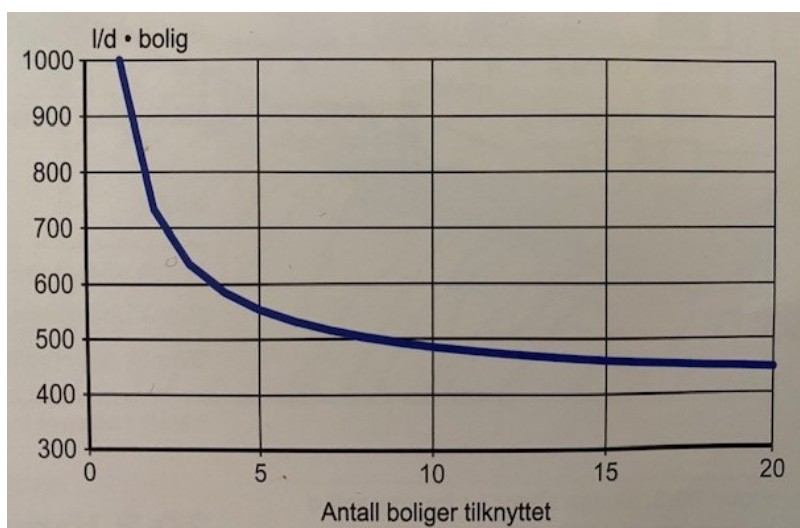
Særlig om minirensanlegg og belastning

Enkelte typer minirensanlegg er mindre robuste enn naturbasert anlegg når det gjelder hydraulisk overbelastning. Det er derfor viktig at det ikke velges for små anlegg. Kapasiteten til de ulike modeller/størrelser fremgår av teknisk godkjenningsskjema (TG) for det enkelte anlegg. Vær derfor nøye med å velge et anlegg som har samsvar mellom antatt største, reelle belastning i antall pe, basert på bygningens størrelse/potensiale (jf. beskrivelse av dimensjonering ovenfor), og kapasiteten til det minirensanlegget som velges.

4.1.5 Norsk Vann lærebok, Vann- og avløpsteknikk (2014)

Kapittel 20 i læreboka omfatter VA i spredt bebyggelse og kapittel 20.2.1 beskriver vannforbruk: *Vannforbruket fra husholdninger i spredt bebyggelse har sannsynligvis tidligere vært overestimert. I en undersøkelse av 240 husstander i Østre Toten (Vestjord, 2005) ble det registrert at det i gjennomsnitt bor mindre enn 3 personer i hver husholdning, litt høyere enn landsgjennomsnittet. Basert på opplysninger fra SSB vil det være 96,4% sannsynlighet for at antallet personer per bolig er under 3,4 dersom 4 hus går sammen om et felles vann- eller avløpsanlegg (Vestjord, 2005).*

I figur 4.1 nedenfor er spesifikke vannmengder per bolig vist som funksjon av antall tilknyttede boliger. I denne kurven er det tatt hensyn til at husholdningsstørrelsen avtar mot landsgjennomsnittet når antall tilknyttede boliger øker.



Figur 4.1: Forslag til dimensjonerende vannmengde i spredt bebyggelse avhengig av antall boliger tilknyttet (ref. figur 20.1 i Vann- og avløpsteknikk)

Fra læreboka: *Variasjonen i vannforbruk, og dermed i avløpsmengden, gjennom døgnet er imidlertid betydelig større i anlegg i spredt bebyggelse enn i de store, sentrale anleggene. Det maksimale forbruket over to minutter kan i en enkelt bolig for eksempel være opptil 25 ganger høyere enn det midlere timeforbruket målt over et helt døgn (døgnforbruk/24). Etter hvert som flere boliger er tilknyttet, avtar denne faktoren. En annen viktig forskjell fra de sentrale anleggene er at avløpsvannet i de desentrale anleggene er mer konsentrert på grunn av mindre fortykning.*

4.2 Praksis og erfaringer fra andre land

I prosjektet er det gjort noen undersøkelser for å se på hvordan de mindre avløpsanleggene i spredt bebyggelse dimensjoneres i andre land det er naturlig å sammenligne med. Dette er oppsummert i tabell 4.5 nedenfor.

Tabell 4-5: Oversikt over dimensjoneringspraksis i andre land

Kilde	Spesifikk vannmengde per husholdning/bolig	Dimensjonerende vannmengde	Belastning	MERKNAD
NORDEN				
SVERIGE				
Sverige: Havs- og vatten-myndigheten (HaV), nettside		170 (150-200) l/(p-d)	5 pe	Referanse Havs- och vattenmyndighetens almäna råd, HVMFS 2016:17
		120 (100-150) l/(p-d)		
Teknisk rapport LTU, 2021	Medianverdi = 99 l/(p-d) Middelverdi = 109 l/(p-d), standardavvik 45 l/(p-d) 50% av de målte verdiene lå i intervallet 75-130 l/(p-d)			Luleå tekniske Universitet, Spillvattenflöden från hushåll med enskilt avlopp och kompakt reningsteknik. Oppdrag fra HaV – er 170 l/(p-d) i overkant høyt? Dagens spillvannsforbruk for mindre avløpsanlegg ved hjelp av måledata fra leverandører av mindre anleggsløsninger. Fire leverandører av miniRA , sammenstilt data fra 338 anlegg.
Svenskt Vatten rapport 7/2020		136 l/(p-d)		Medianverdi vannforbruk kommunale anlegg
Svenskt Vatten nettside (www.svensktvatten.se)		140 l/(p-d)		Vannforbruk i «hushåll». Tall basert på statistikk fra vannmålere i hele Sverige. Det er en langsomt synkende trend, dvs. synkende vannforbruk per person. Drikkevannsforbruk Svenskt Vatten P114 = 120-150 l/(p-d)
FINLAND				
Suomen ympäristökeskus SYKE, Finnish Environment Institute		110 l/(p-d)		Gjennomsnittlig vannforbruk 2020 Tidligere var belastning minimum 5 pe, men dette er ikke lenger inkludert i

Kilde	Spesifikk vannmengde per husholdning/bolig	Dimensjonerende vannmengde	Belastning	MERKNAD
				gjeldende regelverk/ forskrifter. Gjeldende anbefaling er at mindre anlegg må planlegges og konstrueres slik at aktuell belastning kan ivaretas. Kilde: Vedenkulutus – Motiva
ISLAND				
Umhverfisstofnun, Environment Agency of Iceland		140 l/(p·d)		Retningslinjer fra 2004 – disse er under revisjon.
ÅLAND				
Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet (ÅMHM)		150 l/(p·d)	5 pe	For større boliger og storfamilier må det tas hensyn til faktiske volum og vannforbruk. Det legges til 150 liter/pe
ANDRE LAND				
TYSKLAND				
DWA German Association for Water, Waste Water and Waste e. V				Worksheet DWA-A 221 "Principles for the use of small waste water treatment plants, 2019
STORBRITANNIA				
British Water, Flows and Loads, (Code of practice), 2009 rev. 2013		150 l/(p·d)	5 pe, opp til 3 soverom	<i>The table of loadings may be used to design all sizes of sewage treatment systems serving up to 1000 population.</i> Se tabell nedenfor

5 Domestic housing

- A treatment system for a single house with up to and including 3 bedrooms shall be designed for a minimum population (P) of 5 people.
- The size of a treatment system for a single house with more than 3 bedrooms shall be designed by adding 1 P for each additional bedroom to the minimum single house value of 5 P, eg:
 - house with 3 bedrooms = minimum 5 P system
 - house with 4 bedrooms = minimum 6 P system (5+1)
 - house with 6 bedrooms = minimum 8 P system (5+3).
- For groups of small 1 and 2 bedroom houses or flats
 - flat with 1 bedroom = allow 3 P
 - flat with 2 bedrooms = allow 4 P
- A treatment system serving a group of houses shall be designed by adding together the P values for each house calculated independently, eg:
 - for a group of two houses (3 and 4 bedrooms, respectively) the system shall be for a minimum of 11 P (5+6)
- If the calculated total P for a group of houses exceeds 12 P then some reduction may be made to allow for the balancing effects on daily flow of a group of houses (round UP not down)
 - Where the total is 13-25 P multiply the total by 0.9 to give an adjusted P value, e.g. if there are four four-bedroom houses the total P will be 24 P (4 x 6) and the adjusted P will be 22 P (24 x 0.9 = 21.6)
 - Where the total is 26-50 P multiply the total by 0.8 to give an adjusted P value, e.g. if there are four three-bedroom houses and three four-bedroom houses the total P will be 38 P (4 x 5 and 3 x 6) and the adjusted P will be 31 P (38 x 0.8 = 30.4)
- Where there are larger groups of houses, the P should be estimated using both the expected total load and the flow, considering both peak and total flow
- These are minimum recommended population (P) loads, they should not be modified downwards, upward modification may be necessary because of particular characteristics of each property or groups of properties.
- The above assessments of population (P) should be used for both existing and new properties

Britiske dimensjoneringsretningslinjer tar utgangspunkt i antall soverom

Antall soverom	Antall pe	Antall pe per soverom
3	5	1,67
4	6	1,50
5	7	1,40
6	8	1,33

Om antall soverom skal benyttes i Norge, kan andre tallverdier for antall pe per soverom være mer riktig for norske forhold

Andre relevante kriterier kan være netto boareal eller antall bad



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