



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGÅVE

Samanheng mellom framandvatn og
reinseprosess påverkar effekten og resultata
ved Håra Avløpsreinseanlegg

How the correlation between inflow/infiltration and purification
process affects the effect and results at Håra AR

Elise Kvåle og Eli Medhus

Byggingeniør

Fakultet for ingeniør og naturvitskap (FIN)

Fredrik Ingemar Boge

21.05.2021

Eg stadfestar at arbeidet er sjølvstendig utarbeida, og at referansar/kjeldetilvisingar til alle

kjelder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

Denne bacheloroppgåva markerer avslutninga på vår treårige byggingeniørutdanning ved Høgskulen på Vestlandet i Bergen, institutt for byggfag. Den er skriva våren 2021 for fakultet for ingeniør- og naturvitskap og har eit omfang på 20 studiepoeng. Oppgåva er skriva i samarbeid med Ullensvang Kommune.

Oppgåva omhandlar problematikk knytt til reinsekrav og framandvatn på Håra avløpsreinseanlegg, og er skriva i samarbeid med teknikk og miljø avdeling vatn og avløp i Ullensvang Kommune. Kommunen slit med å tilfredsstille reinsekrav på anlegget. Hensikta med oppgåva var å få eit heilskapleg bilete over situasjonen. Utfordringane knytt til reinsing, vurdering av reinseprosessen og omfanget av framandvatn. Det vert gjort ei vurdering av aktuelle tiltak, slik at desse kan setjast i verk og ein kan få løyst utfordringane med reinsing og reinsekrava.

Grappa vil retta ein stor takk til veileiar Fredrik Ingemar Boge, som har vore tilgjengeleg og hjelpsam gjennom heile prosessen. Han har bidratt med gode faglege råd og rask tilbakemelding.

Høgskulelektor Irene Holvik Johnsen, forelesar i vann- og miljøteknikk ved Høgskulen på Vestlandet i Bergen, har og vore til stor hjelp gjennom arbeidet med oppgåva. Ho har vore svært behjelpelig med fagleg påfyll og delt si erfaring innan vann og avløp med oss. Ein stor takk rettes difor og til Irene.

Vidare fortener Ullensvang Kommune ein takk, Gunnvor Dagestad, Torstein Backer-Owe, Torgeir Lutro, for å ha bidratt med nødvendig informasjon og data. I tillegg har dei vore tilgjengelege og svart på spørsmål me har hatt rundt oppgåva. Tusen takk til Torgeir Lutro som har teke oss med på synfaring på reinseanlegget og leidningsnettet, samt kome med nyttig informasjon om området.

Bergen, 21.05.2021

Elise Kvåle

Eli Medhus

Samandrag

Det er i dag store utfordringar knytt til framandvatn på avløpssystema rundt om i Noreg. Mengda framandvatn påverkar kapasiteten på leidningsnett og på reinseanlegga. Dette medfører at ureinsa avløpsvatn kan gå i overløp og forureine naturen. Framandvatnet vil også gjere at reinseprosessen må kortast ned for å handtera mengdene avløpsvatn, som gjev dårlegare sedimentering av slam og auka kostandar for drift og kjemikaliebruk.

I denne oppgåva er det saman med Ullensvang Kommune sett på korleis framandvatn påverkar reinseffekten og resultata ved Håra Avløpsreinseanlegg (Håra AR). Dette er eit 10 år gammalt, nokså lite reinseanlegg kor dei merkar seg mykje vatn på avløpssystemet samt at ein ikkje når reinsekrava som er satt.

På synfaring med kommunen har ein sett i fleire kummar på leidningsnett, brukt data ein har fått delt og samla inn for å analysere kvifor det kjem framandvatn, kor det kan koma frå og kva det er som gjere at reinsekrava er vanskelege å oppnå.

Resultata frå denne oppgåva vil visa at det ein observerer av mengder avløpsvatn ikkje nødvendigvis stemmer overeins med det som vert målt og estimert. Ved bruk av fortynningsmetoden vart det estimert ein lågare framandvassprosent enn landsgjennomsnittet, noko som ein ved å sjå i kummane ikkje skulle tru stemde. Inn til reinseanlegget kjem det mykje fortynna avløpsvatn som tyder på at et er lekkasjar eller feilkoplingar til leidningsnett og som gjer det vanskeleg å oppnå gitte reinseprosentar av det som kjem inn og ut.

Ein vil til slutt vise at det er ein samanheng mellom mengda framandvatn og reinseposesen. Fortynna avløpsvatn bruker volumkapasitet på avløpssystemet og reinseanlegget, Håra AR. Det fortynna avløpsvatnet gjere det også vanskeleg å oppnå reinsekrava då desse baserer seg på forholdet mellom det som kjem inn og som vert sleppt ut av aktuelle stoff.

Abstract

Due to high inflow and infiltration in the sewage system in Norway

The sewage systems in Norway sees challenges due to inflow an. The amount of I&I will influence the capacity at the sewage system and on the

In this thesis, it is together with Ullensvang Kommune looked how I&I affects the cleaning effect and results of the sewage water at Håra AR.

Innholdsliste

Forord	2
Samandrag	3
Abstract	4
Figurliste	9
Tabelliste	11
Liste over forkortningar	12
Del 1 Introduksjon	13
1 Innleiing	13
1.1.1 Formål	13
1.2 Problemstilling.....	14
1.3 Disposisjon	15
Del 2 Teori	16
2 Bakgrunn	16
2.1 Status på framandvatn i Noreg	16
2.2 Status på framandvatn i Norden	17
3 Avløpsnett	18
3.1 Separatsystem og fellessystem	19
3.1.1 Økonomi.....	20
3.1.2 Miljø.....	20
3.2 Utfordringar	20
3.2.1 Krav.....	21
3.2.2 Befolkningsvekst og urbanisering	22
3.2.3 Klima.....	22
3.2.4 Leidningsfornyng	23
4 Reinseprosessen	25
4.1 Forbehandling.....	26
4.1.1 Rist og grovsil	26
4.1.2 Sand- og feittfang	26
4.2 Separasjon av slam	27
4.2.1 Siling	28
4.2.2 Sedimentering.....	28
4.2.3 Flotasjon	28
4.3 Biologiske reinseprosessar	28

4.3.1	Organisk stoff	29
4.3.2	Nitrogen.....	29
4.4	Kjemiske reinseprosessar	30
4.4.1	Flokkulering	30
4.5	Slambehandling	31
5	Framandvatn.....	32
5.1	Definisjon og funksjonskrav	32
5.2	Årsaker og kjelder	33
5.2.1	Årsaker til framandvatn.....	33
5.2.2	Kjelder til framandvatn	34
5.3	Status på framandvassproblemet	36
5.3.1	Noreg.....	36
5.3.2	Andre land	37
5.4	Konsekvensar av framandvatn.....	38
5.4.1	Samfunnsmessig aspekt.....	38
5.4.2	Økonomisk aspekt	39
5.4.3	Miljøaspekt.....	40
5.4.4	Positive aspekt.....	42
5.5	Tiltak mot framandvatn	42
5.5.1	Lekkasjar frå drikkevassnettet.....	43
5.5.2	Fjerne feilkoplingar	43
5.5.3	Fjerne moglegheiter for overlekkning/innlekkning i kummar	44
5.5.4	Tette kummar, fornye/rehabiliterer kummar	44
5.5.5	Tette røyrskøyter	44
5.5.6	Fornye og rehabiliterer røyr.....	44
5.5.7	Separere fellessystem	45
5.5.8	Lokal overvassdisponering (LOD).....	45
5.5.9	Senke grunnvasspegelen lokalt	45
5.5.10	Få vekk husdreneringar frå spillsvassførande leidning	45
5.5.11	Sanere og separere stikkleidningar.....	46
5.5.12	Fjerne bekkeinntak	46
6	Håra Avløpsreinseanlegg.....	47
6.1	Ullensvang Kommune	47
6.2	Status på framandvatn i Ullensvang Kommune	48
6.3	Håra avløpsreinseanlegg.....	49

6.3.1	Situasjonsbeskriving.....	50
6.3.2	Tilstand.....	51
6.3.3	Avløpssystemet	53
6.3.4	Avløpsreinseanlegget	55
6.3.5	Dimensjoneringsgrunnlag for vassmengd og forureining	58
6.3.6	Resipienten	58
6.3.7	Utsleppskrav	59
Del 3 Arbeidsmetodikk		60
7	Metode.....	60
7.1	Problemstilling.....	60
7.2	Gjennomføring.....	61
7.2.1	Val av studieområde.....	61
7.2.2	Lokasjon	61
7.3	Metodar for datainnsamling.....	62
7.4	Synfaring på Håra – Håradalen	63
7.5	Reinseprosessen på Håra AR.....	63
7.6	Berekning av framandvassmengd på Håra AR.....	64
7.6.1	Fortynningsmetoden.....	64
7.7	Kostnadar knytt til reinseanlegget	65
8	Resultat	67
8.1	Nedbør og nedbørsfelt	67
8.2	Synfaring Håra – Håradalen	68
8.3	Reinseprosessen.....	76
8.3.1	Fosfor	76
8.3.2	Tiltak	77
8.4	Framandvatn	78
8.4.1	Mengd.....	78
8.4.2	Tiltak	79
8.5	Kostnadar.....	79
Del 4 Avslutning		81
9	Diskusjon	81
9.1	Vurdering av metode	81
9.1.1	Utfordringar undervegs	81
9.2	Vurdering av resultat	83
9.2.1	Reinseprosessen	83

9.2.2	Framandvatn.....	84
9.3	Usikkerheit.....	85
9.3.1	Overløp.....	86
9.4	Vidare arbeid	86
10	Konklusjon.....	87
11	Referansar	89
12	Vedlegg.....	95
	Vedlegg A Metode RIF – Rådgivende Ingeniørs Forening – Norges Tilstand 2021	95
	Vedlegg B Transportsystem for Håra Vassverk.....	96
	Vedlegg C Analyseresultat frå prøvepunkt 25 – Håra.....	96
	Vedlegg D Nedbørsfeltparameter rapport	97
	Vedlegg E Prosessoppfølging 2019.....	98
	Vedlegg F Prosessoppfølging 2020.....	99
	Vedlegg G Overløp	100
	Vedlegg H Framandvatn og nedbør 2020	100
	Vedlegg I Framandvatn og nedbør 2019.....	101

Figurliste

Figur 1 Håra AR i Ullensvang Kommune, Vestland fylke. Kartdata frå Kartverket (kartverket.no)	14
Figur 2 Illustrasjon av separatsystem og fellessystem (Norsk Vann, 2017)	19
Figur 3 Tredleddsstrategien for handtering av overvatn (Røysted, U.E. 2016)	23
Figur 4 Døme på reinseprosess av avløpsvatn (Vannkunnskap).....	25
Figur 5 Illustrasjon av sand- og feittfang (Ødegård 2019, s.578)	27
Figur 6 Skjematisk oppbygging av kjemisk reinseanlegg (Ødegård 2019, s.594).....	30
Figur 7 Oversikt over forventna reinseffektar med ulike reinsemetodar (Ødegård 2019, s.557)	31
Figur 8 Komponentar i framandvatn (Røysted, U.E. 2016).....	33
Figur 9 Viser infiltrasjon og innlekking av framandvatn på eit fellessystem (Desserud 2013).	36
Figur 10 Håra avløpsreinseanlegg, sett i drift mai 2010 (Nilssen 2011).....	47
Figur 11 Oversiktsbilete over Håra AR og Håradalen (Kartverket 2020)	49
Figur 12 Oversikt over Håra AR og Håradalen (NVE 2020).....	50
Figur 13 Oversiktsbilete over Håra – Håradalen med eksisterande busetnad og nyare utbygging (Kartverket 2020)	51
Figur 14 Transportsystemet for Håra AR, røyr lagd, vedlegg B (Dagestad 2020)	52
Figur 15 Oversikt over leiingsnettet (Ullensvang Kommune 2020)	53
Figur 16 Oversiktskart av utbygging Håra AR – Håradalen (Nilssen 2011)	55
Figur 17 Reinseprosess, SBR – reaktor (Johannessen 2013)	56
Figur 18 Røldalsvatnet, resipienten, ovanfor utsleppspunktet frå Håra AR (Nilssen 2011)....	59
Figur 19 Frå Røldal Skisenter og ned mot Røldalsvatnet (resipient), (Røldal Skisenter).....	61
Figur 20 Mål for økonomi i kommunedelplanen for avløp 2011 – 2022 (Nilssen, 2011).....	66
Figur 21 Gebyrgrunnlag prognose i kommunedelplanen for avløp 2011 – 2022 (Nilssen, 2011).....	66
Figur 22 Generert nedbørsfelt for Håra AR (NEVINA 2021)	68
Figur 23 Nedbør målt i mm frå 15.april – 28. april i Røldal 2021 (yr.no).....	69
Figur 24 Oversikt over kummar som vart opna og andre funn på synfaringa i Håradalen 28.april (Ullensvang Kommune 2021).....	70
Figur 25 Viser kum med V – overløp utføre reinseanlegget, punkt 1	71
Figur 26 Viser kum, punkt 2	71
Figur 27 Viser kum, punkt 3	71
Figur 28 Viser kum, punkt 4	72
Figur 29 Viser kum, punkt 5	72
Figur 30 Viser gamal kum for vassleidning, punkt 6	72
Figur 31 Viser kum, punkt 7	73
Figur 32 Viser kummen i Turtveitsvingen, punkt 7	73
Figur 33 Viser kum, punkt 8	73
Figur 34 Viser vatn som drypp frå ringen øvst på kummen, punkt 8	73
Figur 35 Viser vatn som kjem opp frå grusen, punkt 8.....	73

Figur 36 Viser snødekket område der me ikkje klarte å lokalisere kummen, punkt 9.....	74
Figur 37 Viser kum, punkt 10	75
Figur 38 Viser kum, punkt 11	75
Figur 39 Viser kum øvst i skisenteret, punkt 12	76
Figur 40 Reinseffekt av fosfor 2019	77
Figur 41 Reinseffekt av fosfor 2020.....	77
Figur 42 Oversikt over samanheng mellom nedbør og mengde framandvatn 2019, vedlegg I	78
Figur 43 Oversikt over samanheng mellom nedbør og mengde framandvatn 2020, vedlegg H	79

Tabelliste

Tabell 1 Berekna framandvassmengd på 14 store avløpsreinseanlegg i Noreg i 2008 (Lindholm og Bjerkholt, 2011)	16
Tabell 2 Berekna gjenanskaffingskostnadane for alle vatn og avløpsanlegg i Noreg (Bruaset et al. 2021).....	18
Tabell 3 Definisjonar av reinsekraav i den norske forureiningsforskrifta (Ødegård 2019, s.555)	26
Tabell 4 Forventa reinseeffekt når primærreinsing vert nytta som forbehandling (Ødegård 2019, s.580)	28
Tabell 5 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020).....	35
Tabell 6 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020).....	37
Tabell 7 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020).....	40
Tabell 8 Ulike problem knytt til framandvatn i separat- og fellessystem (Lindholm 2012)....	42
Tabell 9 Mogelege tiltak for å redusere framandvassmengda til reinseanlegga (Lindholm 2012).....	43
Tabell 10 Oversikt over avløpsverk i Odda Kommune (Nilssen, 2011)	48
Tabell 11 Oversikt over løpemeter avløps- og overvassleidning (Nilssen, 2011)	49
Tabell 12 Maksimal tilknytning til kommunalt avløpsanlegg på Håra (Sekse 2007).....	54
Tabell 13 Tidsbruk på ein reinsesyklus på Håra AR.....	64
Tabell 14 Oversikt over nedbør i Røldal (yr.no, 2021).....	67
Tabell 15 KOSTRA – tal for avløpstjenestene i 2009 (Nilssen, 2009).....	80

Liste over forkortningar

BOF₅ – Biokjemisk oksygenforbruk
BF – Biofilter
BR – Biologisk reinsing
COWI – rådgivande ingeniørselskap
DIHVA – Driftsassistansen i Hordaland vann og avløp
DN – BF – Denitrifikasjon med biofilter
F - Felling
FB - Forbehandling
FM – Fylkesmannen
FV – Framandvatn
Håra AP – Håra Avløpspumpestasjon
Håra AR – Håra Avløpsreinseanlegg
KOF – kjemisk oksygenforbruk
KOSTRA-tal – Kommune-Stat-Rapportering
LOD – Lokal overvassdisponering
N – nitrogen
N – BF – Nitrifikasjon av biofilter
NEVINA – Nedbørfelt – Vannføring – Indeks – Analyse
NVE – Norges vassdrags- og energidirektorat
P – fosfor
PE – personekvivalentar
Q – vassføring
RIF – Rådgivende Ingeniørers Forening
ROS – analyse – Risiko og såebarhetsanalyse
S - Sedimentering
SBR – **prosess** - Sequencing Batch Reactor
SP – separate spillvassleidningar
SS – suspendert stoff
SSB – Statistisk Sentralbyrå
TKB – Termotolerante koliforme bakteriar
TOC – totalt organisk karbon
VA – vann og avløp

Del 1 Introduksjon

1 Innleiing

1.1.1 Formål

I dei kommande åra vil vassbransjen stå overfor store investeringar for å sikre reint vatn og forsvarleg reinsing av avløpsvatn (Bruaset, S., Becker, M. A., Reksten, H. & Baade – Mathiesen, T. 2021). For kommunane er det ei utfordringa å oppnå høg nok oppgraderingstakt på reinseanlegga og leidningsnett. I tillegg vert det stadig tettare oppfølging og strengare krav frå myndigheitene for reinsing av næringsstoff og miljøgifter (RIF 2021). For å oppnå eit tilfredsstillande nivå på reinsinga vil det vera aktuelt og vurdere og gjere endringar på reinseprosessen.

I tillegg til reinseprosessen er framandvatn på avløpsnettet ei stor utfordring i norske kommunar. Mykje framandvatn påverkar avløpsanlegga negativt ved at det tek opp betydelege deler av kapasiteten i avløpsreinseanlegga, pumpestasjonar og leidningar. Framandvatn fører med seg forureiningar ut av reinseanlegga, samt ekstra kostnadar knytt til drifta.

I ulike rapportar kjem det fram at dei store avløpsreinseanlegga i landet ofte kan ha ei framandvassmengd på 60 – 70 % av tilført vassmengd (Lindholm og Bjerkholt, 2011). Dette må finansierast av forbrukarane gjennom auka kommunale gebyr, eller ved at det nødvendige vedlikehaldet vert nedprioritert og avløpssystemet dermed forfell. Framover vil befolkningsvekst og urbanisering, skjerpa krav frå myndigheitene, klimatilpassing, overvatn og fornying av leidningsnettet vera viktige utfordringar og kostnadsdriverar. (Bruaset et al. 2021)

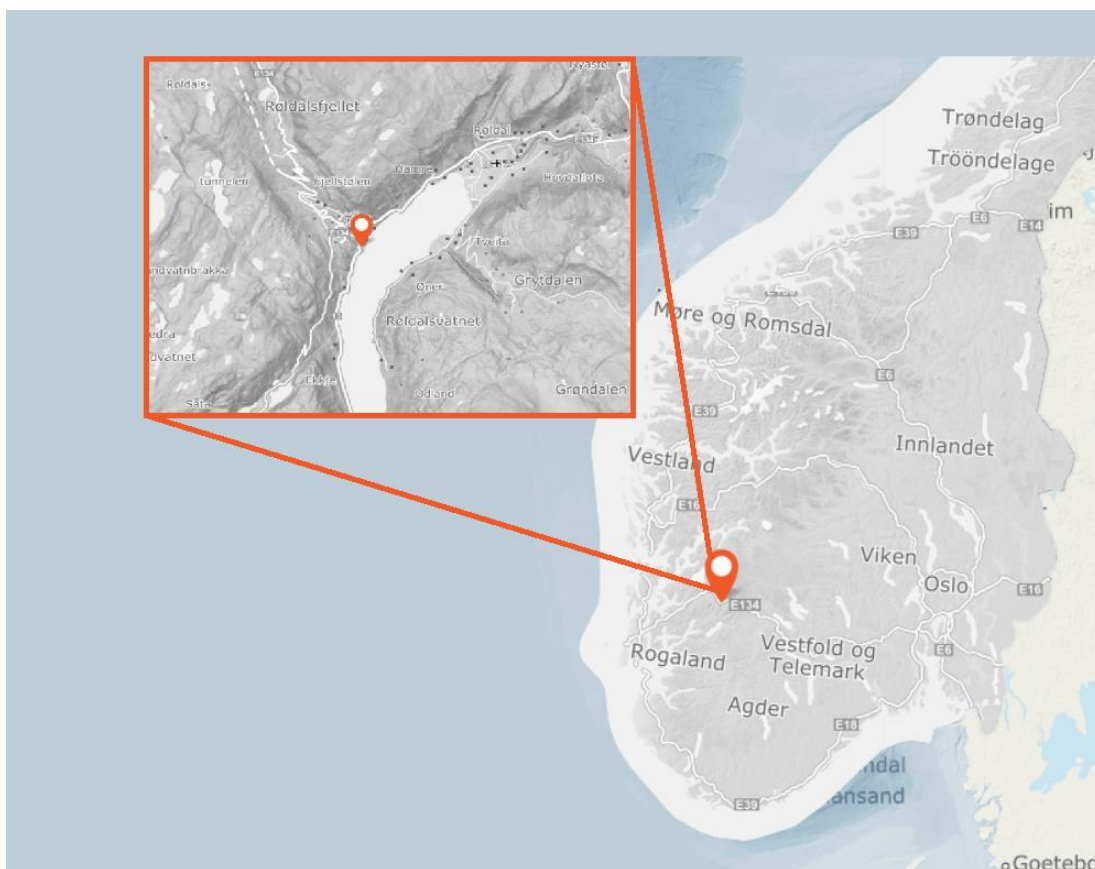
Denne oppgåva er basert på eit casestudie i samarbeid med Ullensvang Kommune med Håra avløpssystem som studieområdet. Oppgåva har som formål å gjennomgå og vurdere reinseprosessen på Håra avløpsreinseanlegg, samt kartlegge framandvasskjelder på leidningsnettet til avløpsreinsesystem. Dette gjev grunnlag for vidare vurdering av aktuelle tiltak, slik at avløpsreinseanlegget held seg innføre dei reinsekrava som er gitt i forskriftene.

1.2 Problemstilling

Noreg er eit land som har mykje nedbør både i form av regn og snø. Når denne nedbøren samlar seg i områda rundt busetnadar vil dette kunne trengje inn på leidningsnett for avløpssystem. Ved større mengder ukjent vatn på leidningsnett og inn til reinseanlegga vil kapasiteten og reinseeffekten hjå dei ulike anlegga verte påverka.

I samarbeid med Ullensvang Kommune skal me sjå på korleis framandvatn påverkar deira reinseanlegg, Håra AR. Dette ligg i eit fritidbustadområde og kor det er mykje nedbør og varierende mengde brukarar i forhold til sesong. Likevel opplever kommunen mykje vatn på leidningsnett og at det ofte går i overløp ved nedbør. Dette gjer at ureinsa avløpsvatn går rett i naturen eller at det er vanskelegare å oppnå dei nasjonale reinsekrava. Me vil difor ta utgangspunkt i følgande problemstilling i denne oppgåva:

«Korleis påverkar dagens reinseprosess og mengda framandvatn reinseeffekten og -resultat ved Håra Avløpsreinseanlegg?»



Figur 1 Håra AR i Ullensvang Kommune, Vestland fylke. Kartdata frå Kartverket (kartverket.no)

1.3 Disposisjon

Oppgåva er delt inn i 4 hovuddeler: Introduksjon, teori, casestudie og avslutning.

Del 1 er ei innleiing med ein introduksjon av temaet, formål og problemstilling.

Del 2 er ein teoridel med ein presentasjon av relevant teori som vert nytta til å løyse oppgåva. Her vert avløpsnettet med hovudfunksjonar og utfordringar presentert. Teoridelen vil ta føre seg reinseprinsipp og prosessar då dette vil vera relevant i forhold til reinsekraft og utsleppstillatingar. I tillegg vert fleire ulike aspekt innan framandvatn belyst. Dette for å danne eit grunnfundament slik at ein forstår omgrepet framandvatn og kva relevans det har for norske vass- og avløpssystem. Til slutt vil det vera ein presentasjon av sjølve avløpsreinseanlegget.

Del 3 er arbeidsmetodikken som er brukt for å løyse oppgåva. Her kjem ein inn på metoden som er brukt for å løyse problemstillinga. Det vert sett på gjennomføring av oppgåva metodane for datainnsamling, berekning av framandvatn og vurdering av reinseprosessen. I slutten av del 3 vert resultata som er funnet med dei ulike metodane, samt aktuelle tiltak, presentert og samanstillt.

Del 4 er ein avslutningsdel som består av diskusjon av metode, resultat og usikkerheiter. Til slutt vert det presentert ein konklusjonen knytt til problemstillinga på bakgrunn av oppgåvas funn.

Del 2 Teori

2 Bakgrunn

2.1 Status på framandvatn i Noreg

Framandvatn er det største problemet i VA – Noreg i dag (Vråle, 2011). I artikkelen «Store fremmedvannsmengder i norske avløpsreinsanlegg» av Lindholm og Bjerkholt (Lindholm og Bjerkholt 2011) er det gjort berekningar som visar at 50 % av alle avløpsreinsanlegg i Noreg har meir enn 50 % framandvatn. I nokre av dei store reinsanlegga er ofte framandvassmengda på over 60 %. Tabell 1, henta frå same artikkel, viser venta framandvatn i prosent på 14 store reinsanlegg i Noreg.

Tabell 1 Berekna framandvassmengd på 14 store avløpsreinsanlegg i Noreg i 2008 (Lindholm og Bjerkholt, 2011)

ANLEGG/KOMMUNE	Tot-P inn mg/l	% framandvatn
<i>VEAS</i>	3,66	67,5
<i>Bekkelaget Oslo</i>	3,62	67,8
<i>Solumstrand Drammen</i>	3,06	72,8
<i>Saulekilen Arendal</i>	2,5	77,8
<i>FREVAR Fredrikstad</i>	2,61	76,8
<i>Lillehammer</i>	4,54	59,6
<i>Moss</i>	4,2	62,7
<i>Sandefjord</i>	2,47	78,0
<i>Tønsberg</i>	4,11	63,5
<i>Nordre Follo</i>	4,22	62,5
<i>Holen Bergen</i>	1,71	84,8
<i>Knappen Bergen</i>	2,41	78,6
<i>Flesland Bergen</i>	6,06	46,1
<i>Ytre Sandviken Bergen</i>	1,58	86,0

I 2019 var 85,5 % av befolkninga i Noreg tilkopla kommunal avløpsteneste (Statistisk Sentralbyrå, 2020b). Dette viser at kostandane for vassforsyning og avløp har ei vesentleg betydning for fordelinga av ressursane i Noreg.

Gjennomsnittleg framandvassmengd i Noreg ligg på om lag 0,35 l/s km spillvassførande leidning, dette svarer til 250 l/p*d (Lindholm 2017). I Oslo varierer framandvassmengda mellom 16 og 86 %, med eit gjennomsnitt på 58 %. 55 % av avløpsnettet består av fellesavløpssystem. Framandvassmengda har vist seg og vera høgare for områder med ein stor del fellessystem, enn der det berre er separatsystem (Lindholm 2017).

Generelt har kommunane i Noreg dårleg oversikt over tilstanden på VA-anlegga og i 2013 hadde ca. 40 % av kommunane ikkje dokumenterte berekningar av kor mykje utslepp som skjer via kommunens leidningsnett og overløp (RIF 2015). Berre halvparten av kommunane oppfylte alle reinsekrava. Sjølv om reinseeffekten er noko betra, er etterslepet stort og det må gjerast betydelege investeringar for å redusere forfallet og lekkasjane (RIF 2021).

2.2 Status på framandvatn i Norden

Sett i forhold til mange andre vestlege land har Noreg svært høg framandvassmengd på avløpsnettet. Det er gjort undersøkingar på framandvassmengda i dei rapporterte avløpsreinseanlegga i dei fire nordiske landa. Her kjem det tydeleg fram at Noreg er dårlegast stilt med ei framandvassmengd på 68 % i snitt for dei 15 største anlegga (Lindholm, Bjerkholt og Lien, 2012)

Danmark har mykje større del fellessystem enn dei andre landa. Dette medfører at overvatnet vert medrekna i framandvatnet. Likevel har Danmark mykje mindre framandvatn på avløpsnettet enn Noreg (Lindholm, 2017)

I Sverige ligg spillvassleidninga nedst i grøfta. Drensvatnet frå bygningar og liknande vert kopla direkte til spillvassleidninga som medfører høg overvassavrenning til spillvasssystema. I Noreg er det vald å gjere dette omvendt. Her er overvassleidninga nedst og alt av drensvatn, takvatn og overvatn er kopla til denne. Noreg burde difor vore betre stilt enn mange andre vestlege land (Lindholm et al. 2012).

3 Avløpsnett

Avløpsnettets sin hovudfunksjon er å transportere spillvatn i røyr frå bustadhus, institusjonar og bedrifter til eit reinseanlegg utan større lekkasjar. Der vert det forureina vatnet reinsa, før det vert sleppt ut i ein resipient. Det vert stilt krav til handtering og reinsing av avløpsvatnet på ein slik måte at det ikkje verkar negativt på det ytre miljøet. I tillegg til avløpsvatnet som kjem frå hushalding og næringsliv, skal overvatn og drensvatn leiast vekk. På grunn av store mengder framandvatn som hamnar i avløpsnett, må nettet dimensjonerast for eit mykje større volum enn det forbrukarane vert forsynt med frå vassforsyningsnett (Ødegård 2019, s.26)

Tabell 2 viser at gjenanskaffingskostnadane for VA – anlegg i 2019 vart berekna til om lag 1800 mrd. kr. Dette var fordelt på 1200 mrd. kr. for kommunalt eigde anlegg, og 600 mrd. kr for private anlegg (Bruaset et al. 2021)

Tabell 2 Berekna gjenanskaffingskostnadane for alle vatn og avløpsanlegg i Noreg (Bruaset et al. 2021)

Gjenanskaffelseskostnad 2019	Sum mrd. kr	Milliarder kroner		% av kostnadene	
		Offentlige anlegg ¹	Private anlegg ²	Offentlige anlegg	Private anlegg
Vannkilder	18	17	1,4	92 %	8 %
Vannbehandlingsanlegg ³	40	38	1,6	96 %	4 %
Vannfordistribusjonsanlegg	377	363	14	96 %	4 %
Vann	434	417	17	96 %	4 %
Avløpsreanseanlegg > 50 Pe	38	38	0,3	99 %	0,7 %
Avløpsreanseanlegg < 50 Pe	44	0	44	0 %	100 %
Avløpstransport	699	699	0,2	100 %	0 %
Avløp	781	737	45	94 %	6 %
Private stikkledningar	571	0	571	0 %	100 %
SUM vann- og avløpsanlegg	1786	1155	632	65 %	35 %

I Noreg finnes det om lag 54 800 km med kommunale avløpsleidningar. (Statistisk Sentralbyrå 2020b). 21 % av desse utgjere fellessystem og 79 % utgjere separatsystem. 25 % av leidningsnett vart lagd før 1970 og har ikkje den funksjonsevna som krevst i dag (RIF 2015).

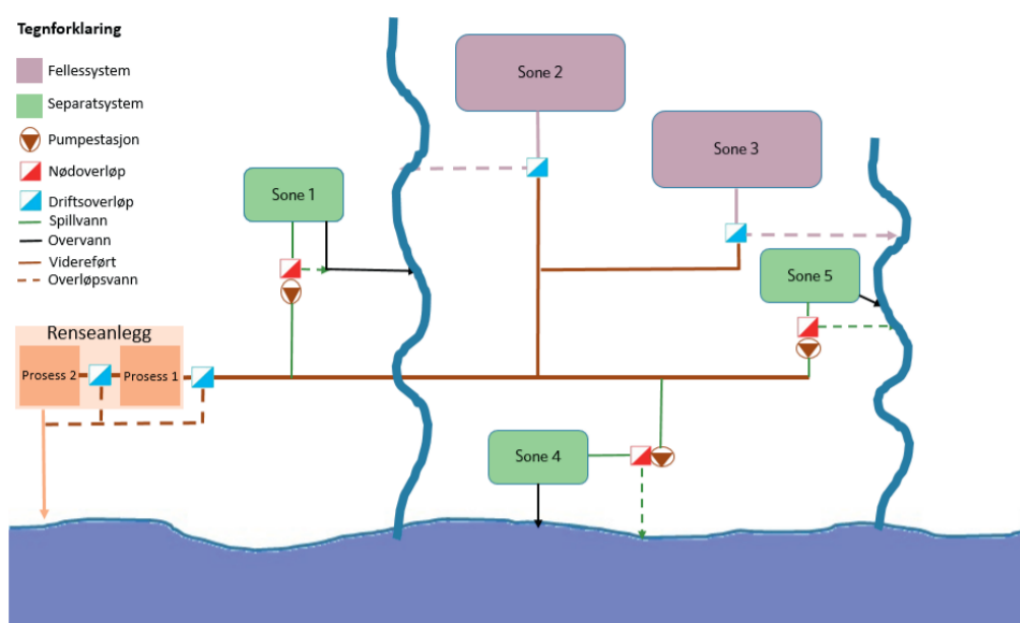
Avløpssystemet representerer store verdiar. Det er viktige og betydelege infrastrukturelement i eit moderne samfunn (Ødegård 2019, 29). Gjenanskaffingskostnadane for offentlege og private avløpsanlegg vart i den nyaste rapporten Norges Tilstand publisert av RIF -

Rådgivande Ingeniørs Forening, estimert til 1067 milliardar norske kroner. Tilstanden på dagens kommunale avløpsanlegg er gitt tilstandskarakter 3, kor 5 er høgste skår, vedlegg A. Denne karakteren er gitt på grunnlag av reinsekrava og behovet for oppgradering av leidningsnetta, men dei siste fem åra har dei sett ein tendens til auke i investeringane. Oppgraderingsbehovet for å kome opp til nivå 4 er estimert til 320 mrd. kr, basert på eit investeringsscenario i perioden 2021 – 2040 (RIF 2021)

3.1 Separatsystem og fellessystem

Det vert skild mellom to ulike avløpssystem – fellessystem og separatsystem, sjå figur 2. Fellessystemet er det originale systemet, og som har vore gjeldande heilt fram til nyleg. Prinsippet er at alt avløpsvatn vert ført i ei og same leidning til reinseanlegget. Avløpsvatnet i eit fellessystem er samansett av sanitært avløpsvatn, infiltrasjons og innlekkingsvatn og eventuelt industriavløp. I tillegg får ein tilført overvatn ved regnvêr og snøsmelting (Ødegård 2019, s.374).

Hensikta med separatsystem er å redusere kostandar og leggja til rette for betre reinseprosessar på reinseanlegga, grunna mindre hydraulisk variasjon og redusert utslepp frå overløp. I separatsystem går spillvatnet og overvatnet til separate røyrssystem. Spillvatnet vert ført til reinseanlegg, medan overvatnet vert før rett til resipient, oftast utan noko form for reinsing. Fordelen med separatsystem er at det kjem mest mogeleg konsentrert spillvatn inn på reinseanlegget. På eit fellessystem vil vatnet i stor grad vera fortynna på grunn av framandvatn (Karstensen 2015).



Figur 2 Illustrasjon av separatsystem og fellessystem (Norsk Vann, 2017)

3.1.1 Økonomi

I eit fellessystem vil eit mykje større volum fortynna avløpsvatn verta transportert. Dette påverkar kapasiteten på leidningsnett og reinseanlegga, samt driftskostnadane. Større volum bidrar til høgare energikostnadar til pumping og det trengs meir kjemikaliar for å reinse vatnet. Ein må og investere i overløp då stort volum framandvatn fører til overløpsutslepp. Eit fellessystem med overløp vil i tillegg krevja tilsyn. Vedlikehaldskostnadane vil vera høgare for eit fellessystem. Større volum fører til meir sand og grus i systemet, som slit på pumper og utstyr. Separatsystemet krev mindre kapasitet og mindre dimensjonar på leidningsstrekka, men leidnings- og grøftkostnadane vil ofte vera dyrare samanlikna med fellessystemet.

3.1.2 Miljø

Fellessystema har stort sett utslepp i forbindelse med nedbør. På grunn av klimaendringane har det vorte meir vanleg med kraftige regnskol, samt meir snøsmelting. Dette fører til auka tilrenning som igjen fører til overbelastning på reinseanlegget. For å unngå overbelastning har fellessystema overløp. Hensikta med overløpa er å regulere vassmengda som vert ført vidare til reinsing. Avløpsvatn som ikkje vert ført vidare, vert via overløpa sleppt rett ut i resipienten, ureinsa. Utslepp frå overløp og reinseanlegg kan ha store miljøkostnadar, og potensielt store konsekvensar for vassdrag og nærmiljøet. Separatsystem kan og verta tvunge til å gå i overløp. Sjølv om ein i teorien ikkje skal ha utslepp av kloakk i eit separatsystem, vil eit system i praksis aldri vera heilt tett. På grunn av innlekking og feilkoplingar kan det verta tilført store mengder framandvatn på eit separatsystem. I målingane til Strauman kunne ein ikkje bevisa noko synleg effekt på at eit separatsystem bidrog til mindre innlekking av framandvatn enn fellessystem (Strauman 2013).

3.2 Utfordringar

I tida framover står norsk vatn og avløp overfor ei rekkje utfordringar som vil påverka investeringsbehovet og som vil gjera arbeidet med å redusere framandvassmengda på avløpsnettendå viktigare. Det føreligg eit vedlikehaldsetterslep, og prognosar for befolkningsvekst, urbanisering og klimaendringar gjev ytterlegare utfordringar. Samtidig har

det kome eit strengare regelverk med høgare krav til VA-tenestas kvalitet og sikkerheit. VA – sektoren har i tillegg utfordringar med rekruttering av tilstrekkeleg fagpersonell.

I Norsk Vann rapporten – B17 er det estimert eit investeringsbehov på 186 mrd.

kr på offentlege VA – anlegg for å nå ein akseptabel standard i 2030 (Ødegård et al. 2013).

3.2.1 Krav

Vassbransjen har dei siste åra fått nye og skjerpa krav til avløpsnett. Desse krava er gitt blant anna i forureiningsforskrifta, vassforskrifta, ny mal for utsleppstillatingar og nasjonale mål for vatn og helse. Det vil i framtida vera krav om at spillvatn og overvatn skal handterast separat, avløpsleidningane skal vera tette utan betydeleg inn- og utlekking og overvatn skal i størst mogleg grad handterast naturleg og lokalt (Røysted, U.E. 2016).

Miljødepartementet og EUs rammedirektiv har varsla om skjerpa krav til reinsing. Difor er det viktig å ha god kontroll på datainnsamling knytt til avløpshandteringa. Reinseanlegga må byggast ut slik at dei tilfredstillar krava i forureiningsforskrifta, samt for å vera rusta til å handtere strengare krav til utslepp i framtida (RIF 2021).

Forureiningsforskrifta

Forureiningsforskrifta sett krav til kva minimumskvalitet på det vatnet som vert sleppt ut skal ha (Forureiningsforskriften 2007) Det stilles krav til utsleppsvatnets partikkelinnhald, innhald av organisk stoff og næringsstoff. Eit krav om reinsing er fyrst og fremst grunna i ynskje om å forhindre lokale forureiningseffektar, men krava kan og grunna i nasjonale avtalar eller behovet for gjenbruk av vatn. Miljøforvaltninga kan i enkelte tilfelle setja strengare krav om det er til det beste for resipienten (Ødegård 2019, s.31). Dette avhenger av storleiken på utsleppet, samt tilstanden til resipienten der det reinsa avløpsvatnet vert sleppt ut.

Utsleppstillating

For å tilfredsstill krava frå myndigheitene til kontroll og dokumentasjon av utslepp til avløpsnett, kom det i 2013 ein ny mal for utsleppstillating av kommunalt avløpsvatn (Farestveit 2013). Generelt set den nye malen krav om at anlegga skal drivast, vedlikehaldas og fornyast i eit langsiktig perspektiv. På denne måten vert venta funksjon og yting oppretthalde til ei kvar tid. Reinseanlegga skal og vera stabile, til tross for variasjonar i belastning og klimaforhold. Hovudkrava i utsleppstillatinga omhandlar blant anna ein kommunal avløpsplan med status, mål og hovudutfordringar. Det skal utarbeidast ei ROS –

analyse, samt kontroll og dokumentasjon på vasstraumane. Ein skal ha oversikt over lekkasjar og overløp. Desse skal målast og bereknast, og forureininga skal dokumenterast. Det skal arbeidast med utfordringar og tiltak knytt til innlekking og framandvatn slik at dette kan reduserast (Røysted, U.E. 2016).

3.2.2 Befolkningsvekst og urbanisering

Tal får Statistisk Sentralbyrå indikerer at innbyggartalet i Noreg truleg vil passera 6 millionar før 2030 (Brunborg, Texmon og Tønnessen, 2012). Det betyr at det er behov for å utvida VA – infrastrukturen, slik at ein kan levera tenester til ein million fleire innbyggjarar innan 2030. Stadig fleire ynskjer å flytte frå små kommunar og spreidd busetnad. til større tettstader og byar. Befolkningas geografiske fordeling vert stadig meir sentralisert. 4 av 5 nordmenn bur no i ein tettstad, og folkemengda i dei minst sentrale kommunane har søkkt dei siste 30 åra (Brunborg et al. 2012). Dette flyttemønsteret gjev utfordringar for vann og avløp. Urbanisering fører til fortetting og ei auke i tette flater, som igjen fører til at vegetasjon og naturleg drenerande flater vert fjerna. I områder med sterk vekst må vann- og avløpsverksemda vera i forkant av veksten og investere i nødvendig kapasitet. På den andre sida må kommunar og regionar med liten vekst og ha fungerande vass- og avløpstenester. Fornyng av anlegga vil auke gebyra, utan at det vert fleire innbyggjarar å fordela rekninga på (Bruaset et al. 2021).

3.2.3 Klima

Konsekvensane av klimaendringane vert stadig meir synlege og har allereie ført til merkbare endringar i vasskretsløpet. Sårbarheita for klimaendringar er spesielt stor på avløpssektoren. I klimaframskrivingane for Noreg fram til år 2100, er det fleire forhold som vil påverka investeringsbehovet fram til 2030 (Hanssen-Bauer, I., Frøland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø. A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. 2015). Årsmiddeltemperaturen i Noreg er berekna til å stige mellom 2,3 og 4,6 grader, med størst auke vinterstid. Det er og forventat at årsnedbøren vil auka med 5 – 30 %, avhengig av lokasjon og årstid (Ødegård et al. 2013).

Klimaendringane fører med seg meir ekstrem nedbør, med auke i både mengd og intensitet. Dette kombinert med ei auke i tette flater i byar og tettstader, gjere det utfordrande å handtere slike mengder nedbør. Treleddstrategien er ein modell for å setje overvasstiltak saman i eit system som er elastisk i forhold til nedbørsvolum, sjå figur 3 (Røysted, U.E.

2016). Viktige overvasstiltak framover vil vera å infiltrere meir av overvatnet i grunnen, forseinke vassmengdene med fordrøyningsbasseng, auke kapasiteten på leidningsnett og sikra trygge flaumvegar (Strauman 2013).



Figur 3 Tredleddsstrategien for handtering av overvatn (Røysted, U.E. 2016)

Klimaendringane fører til forverra vasskvalitet, som vil krevja meir investering i vassbehandlinga hjå mange reinseanlegg.

Aktuelle klimamodellar har ein tidshorisont på 50 – 100 år, medan mange investeringsplanar i dag har ein tidshorisont som ikkje tek innover seg klimaendringane (Ødegård et al. 2013). Det er knytt stor usikkerheit til klimamodellane, og det er difor viktig at planlegging og tiltak er fleksible og robuste nok til å tåle større klimavariasjonar, utan stor risiko for skadar og øydelegging av eigedom, industri og infrastruktur (Strauman 2013).

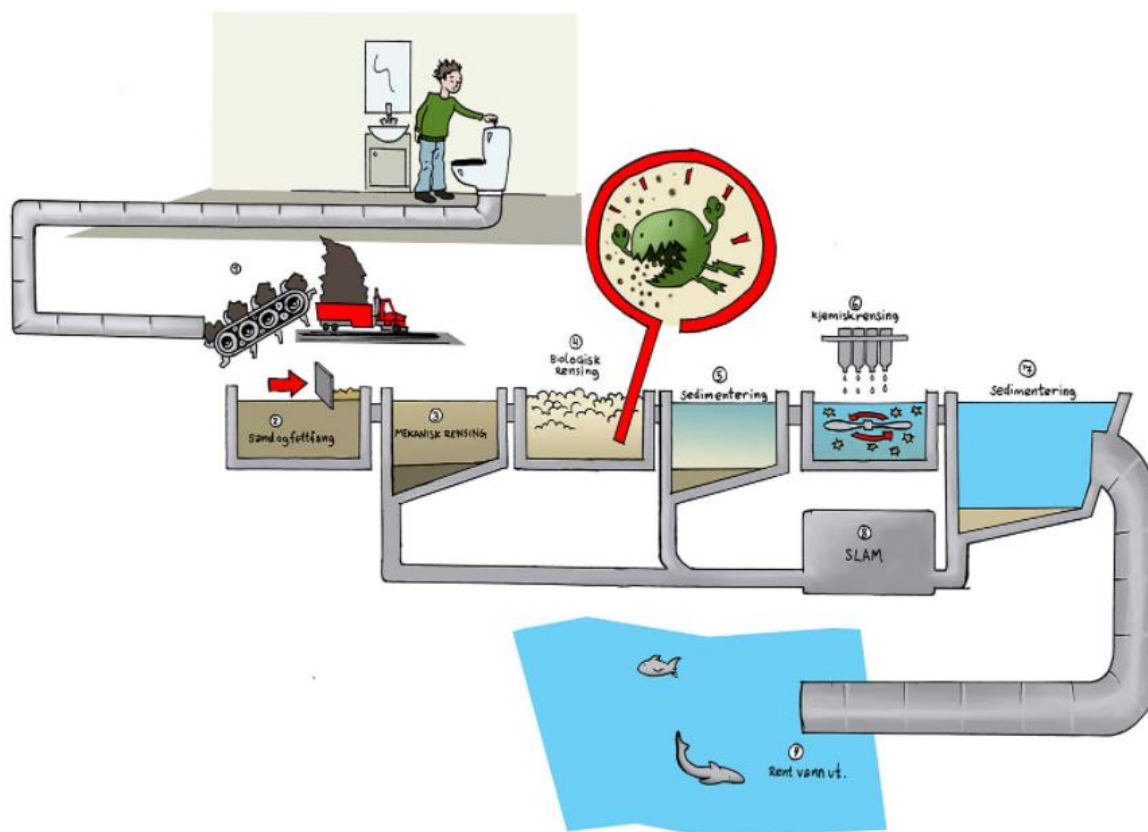
3.2.4 Leidningsfornyng

Noreg har eit veksande vedlikehaldsetterslep på leidningsnett med store utfordringar med kvaliteten på vass- og avløpsrøyra. Befolkningsvekst og stor utbyggingsaktivitet krev store ressursar og som eit resultat er det ofte lite tid og ressursar til vedlikehald og fornyng av leidningsnett. Norsk Vann har berekna at det vil krevja om lag 400 fleire ingeniørårsverk i Noreg, for å kunne handtera investeringsvolumet som er nødvendig, for å få VA – anleggas tilstand opp på eit akseptabelt nivå (Røysted, U.E. 2016). Leidningsnett har betydelege svakheiter i form av manglande kapasitet til transport fram til reinseanlegga. Kvaliteten på røyra er varierende og ikkje oppgradert til den funksjonsevna som ein krev i dag.

For å redusere forfallet og lekkasjane trengs det solide investeringar til fornying og vidare separering av systema, frå fellessystem til separatsystem. Mange kommunar har ikkje ein oppdatert hovudplan for vass- og avløpsmiljø. Opprustningstakta går seint og mangel på fagkompetanse i kommunane er ei utfordring (RIF 2021).

4 Reinseprosessen

Eit reinseanlegg består av ulike reinseprosessar og anlegga vil ofte vera svært ulike. Avløpsanlegget skal vera tilstrekkeleg dimensjonert, ha reinseprosessar som er egna for det avløpsvatnet som skal reinsast og vera tilpassa det reinsekravet som gjeld for resipienten. Krava til reinsing er sett av Miljøverndepartementet, Fylkesmannen eller kommunen sjølv. Dette avhenger av utsleppets storleik og karakter (Ødegård 2019, s.551).



Figur 4 Døme på reinseprosess av avløpsvatn (Vannkunnskap)

Det vert gjerne skilt mellom følgande reinseprinsipp: mekanisk reinsing, kjemisk reinsing og biologisk reinsing. I praksis er det vanleg at avløpsreinseanlegga er samansett av prosessar basert på kombinasjonar av desse reinseprinsippa. I tillegg må reinseanlegga ha system for forbehandling og slambehandling. Omgrepa primærreinsing, sekundærreinsing og tertiærreinsing vert og ofte nytta i reinseprosessane (Ødegård 2019, s.555).

Tabell 3 Definisjonar av reinsekrav i den norske forureiningsforskrifta (Ødegård 2019, s.555)

REINSEPROSESS	MAKSIMAL KONSENTRASJON	MINSTE % - REDUKSJON
Primærreinsing	BOF ₅ : 40 mg/l SS: 60 mg/l	BOF ₅ : 20 %
Sekundærreinsing	BOF ₅ : 25 mg/l KOF: 125 mg/l	BOF ₅ : 70 % KOF: 75 %
Tertiærreinsing	Tot-P: ingen spesielle krav Tot-N: ingen spesielle krav	Tot-P: 90 % Tot-N: 70 %

4.1 Forbehandling

Forbehandling av kommunalt avløpsvatn vert gjennomført for å skilje grovare stoff og partiklar frå vatnet. Dette kan til dømes vera Q-tips, filler, bleier, samt grus, feitt og grovare partiklar (Ødegård 2019, s.555). Dersom ein slepp avløpsvatn med store partiklar inn i den vidare reinseprosessen, kan det medføre både driftsutfordringar og redusert reinsegrad for anlegget. Fråskiljing av grovare stoff kan gjerast ved å nytte rister og siler, samt sand- og feittfang. Problem som ofte oppstår er at det fort kan gå tett, dersom det kjem avfall som ikkje skal vera i avløpsvatnet.

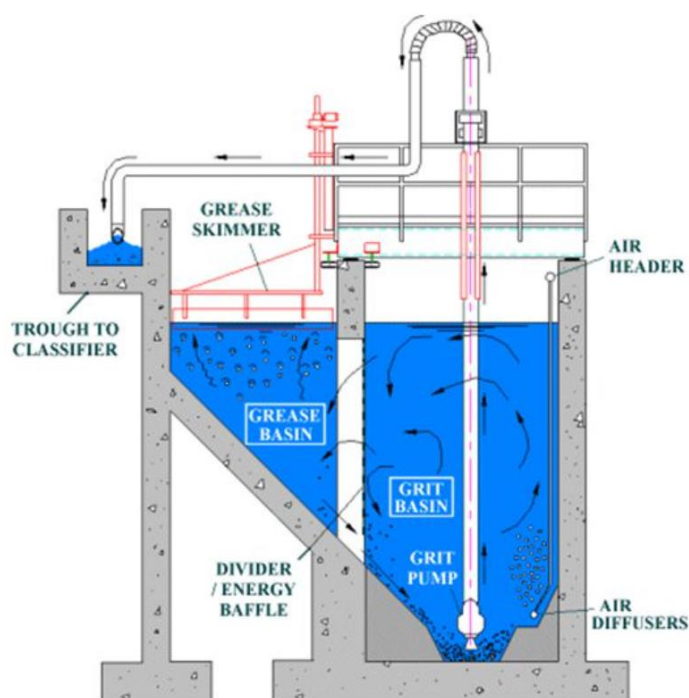
4.1.1 Rist og grovsil

Rist og grovsil har som formål å fjerne avløpssjøppel eller partiklar, og er ein del av forbehandlinga av avløpsvatnet. Val av type rist/sil avhenger av avløpsvatnet samansetning og den hydrauliske belastninga. Lysopninga bør ikkje vera større enn 6 mm. Rister og siler som ikkje er tilstrekkeleg dimensjonert vil kunne medføre utslepp via overløp (Blytt, L.D., Lyngstad, E. & Aquateam, 2013)

4.1.2 Sand- og feittfang

Formålet med sandfang er å fjerne sand og tyngre partiklar frå avløpsvatnet før det går vidare i reinseprosessen. Sand slit på leidningar, pumper og andre delar av avløpsreinsesystemet og bør difor fjernast frå vatnet tidleg. Det finnes ulike typar sandfang, men i Noreg er det lufta sandfang som vert brukt mest (Ødegaard, H., NTNU / SET AS, Rusten, B., Aquateam AS, Storhaug, R. & Paulsrud, B. 2009).

Feitt skaper og problem for reinseprosessen om det ikkje vert fjerna. Feittet flyt på overflata av vatnet, fordi feitt er lettare enn vatn. Ved å bruke feittfang kan ein samla opp feittet i ei roleg sone, der feittet floterar. Feittet legg seg på overflata og kan deretter skrapast vekk (Blytt et al. 2013).



Figur 5 Illustrasjon av sand- og feittfang (Ødegård 2019, s.578)

4.2 Separasjon av slam

Dei vanlegaste separasjonsmetodane innan avløpsreinsing er siling, sedimentering, flotasjon og filtrering. Dette er ein del av primærreinsinga og er oftast synonymt med mekanisk reinsing. Reinseprinsippet handlar om å separere slampartiklar frå avløpsvatnet, slik at ein kan fjerne ei viss mengd suspendert stoff (SS) og organisk stoff (BOD_5). Vanlegvis vert primærreinsing nytta som forbehandling før kjemiske og biologiske reinseprosessar. I nokre tilfelle kan det nyttast som einaste reinsemetode. Tabell 4 viser forventa reinseffekt når primærreinsing vert nytta som forbehandling.

Tabell 4 Forventa reinseffekt når primærreinsing vert nytta som forbehandling (Ødegård 2019, s.580)

PRIMÆRREINSEMETODE	FORVENTA SS – REDUKSJON (%)	FORVENTA BOD5 – REDUKSJON (%)
Sedimentering	40 – 50	20 – 30
Finsiling (< 0,5 mm lysopning)	30 – 50	15 – 20
Grovsiling (0,5 – 2 mm lysopning)	10 – 20	5 - 10

4.2.1 Siling

Siling vert nytta både i forbehandlinga i form av grovsiling, i primærreinsinga i form av finsiling og i sluttseparasjonen i form av mikrosiling. Siling i forbehandlingsprosessen er veldig vanleg, medan erfaringane rundt siling i dei andre fasane er meir uklare.

4.2.2 Sedimentering

Ved kommunal avløpsreinsing er det tradisjonelt sett sedimentering som er den mest brukte, samt den metoden ein har mest erfaring med. Dette er ein separasjonsprosess kor partiklar vert felt til botnen av sin eigen tyngde. Ved separering av aktivt slam må det tas omsyn til fortjukkingsegenskap og slamkonsentrasjon (Ødegård et al. 2009) Hastigheita på sedimenteringa kan aukast ved å bruke polymer som hjelpelokkulant (Ødegård 2019, s. 605)

4.2.3 Flotasjon

For nyare anlegg er flotasjon vorte ein meir vanleg separasjonsprosess. Ved flotasjon vert slampartiklar separert ved å løyse opp luft i vatn under høgt trykk. Når trykket vert redusert, vert det produsert små bobler. Desse festar seg til slampartiklane, som fører til at partiklane flyt opp til overflata og kan deretter skrapast vekk frå vasspegelen (Ødegård et al. 2009).

4.3 Biologiske reinseprosessar

Biologisk reinsing nyttast primært for å redusere avløpsvatnets innhald av organisk stoff, men og for fjerning av nitrogen og fosfor. Dette er sekundærreinsing og ein skil mellom tre målsetningar når det gjeld biologiske reinseanlegg (Ødegård et al. 2009):

- 1) Hovuddelen av avløpsvatnets innhald av organisk stoff (BOF₅) skal fjernast, $\geq 70\%$ eller ≤ 25 mg O₂/l ved utslepp .
- 2) Hovuddelen av avløpsvatnets innhald av organisk stoff skal fjernast, samt overføring av avløpsvatnets innhald av ammonium til nitrat. Oppnå nitrifikasjon.
- 3) Hovuddelen av nitrogen skal fjernast, dvs. $> 70\%$ fjerning.

4.3.1 Organisk stoff

I Noreg er det liten tradisjon for biologisk fosforfjerning (Ødegård et al. 2009). Det er mange ulike reinseprosessar som bruker biologi som reinsemetode, men fellesnemnaren er at jobben vert gjort av levande mikroorganismar, oftast bakteriar (Blytt et al. 2013). Mikroorganismane bruker det organiske stoffet som mat, og dannar det om til CO₂ og vatn. Organismane veks og dør, før dei vert tekne ut som biologisk slam i reinseprosessen.

Anlegget kan byggjast opp på to måtar. Anten som aktiv slamanlegg, der bakteriekulturen er suspendert i ein reaktor, eller som ein biofilmprosess der mikroorganismane sit fast på faste flater i ein reaktor, eventuelt på eit plastmedium som bevegar seg i ein reaktor (Blytt et al. 2013).

Det er mange faktorar som kan påverke den biologiske prosessen. Kvaliteten på avløpsvatnet vil vera ein påverkar. Giftig vatn kan slå ut prosessen og mangel på viktige næringsstoff og oksygen kan føre til at prosessen ikkje fungerer optimalt. Den organiske belastinga og variasjonar i temperatur vil og påverke den biologiske prosessen negativt (Blytt et al. 2013).

4.3.2 Nitrogen

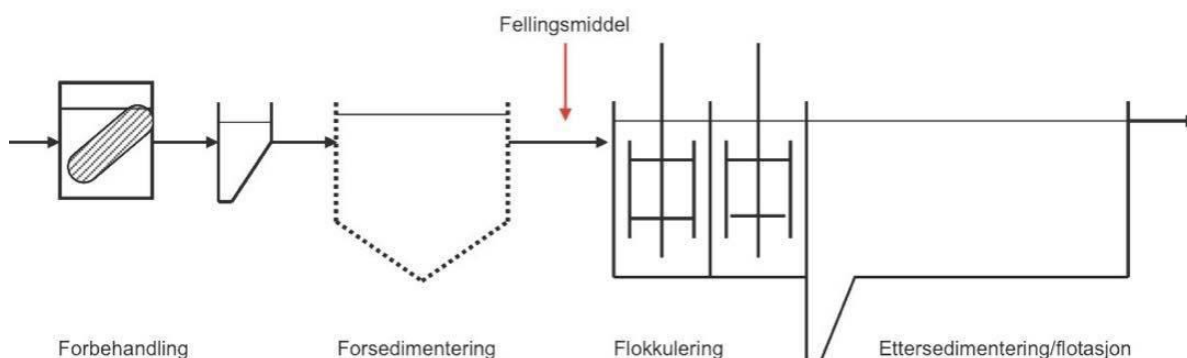
Ved nitrogenreinsing har ein to typar bakteriar som i lag dannar om ammonium til nitrogen. Det er følsame prosessar der bakteriane lever under bestemte veksttilhøve. Ein må passe på at reinseprosessane vert bygd opp og styrt slik at ein kan halda forhalda i reaktorane med oksygen eller utan oksygen. Prosessen krev at lettomsattelege organisk stoff vert tilsett. Faktorar som tilgang på organisk materiale, sporstoff, opphaldstider og oksygenforhold vil ha betydning for den biologiske prosessen, samt betydning for reinseffekten (Blytt et al. 2013).

4.4 Kjemiske reinseprosessar

I ein kjemisk reinseprosess vert det tilsett fellingskjemikalium til vatnet slik at løyste forbindelsar vert felt ut og partikulære forureiningar vert koagulert, sjå figur 6. Kjemisk reinsing må sjåast på i direkte samanheng med slamseparasjon og består av tre trinn (Ødegård 2019, s.594):

- 1) Ein kjemisk reaksjon med utfelling og destabilisering av slam
- 2) Flokkulering, der utfelte partiklar vert bygd opp til fnokkar som kan separerast
- 3) Fnokkseparasjon, der fnokkane vert separert frå vassfasa ved sedimentering, flotasjon eller filtrering

Kjemisk felling vert hovudsakeleg nytta for å redusere innhaldet av fosfor i vatnet, men vil samtidig redusera vatnets innhald av organisk stoff, som vil bidra til ein reduksjon av SS, BOF₅ og KOF. Reinseffekten vert påverka av avløpsvatnets kvalitet, val og dosering av kjemikalie og forhold som sikrar slamseparasjon.



Figur 6 Skjematisk oppbygging av kjemisk reinseanlegg (Ødegård 2019, s.594)

4.4.1 Flokkulering

Flokkulering skjer ved at utfelte partiklar vert bygd opp til fnokkar som kan separerast ved å røyre om vassmassen eller tilsette kjemisk fellingsmiddel. For å betre flokkuleringa og slamseparasjonen kan ein tilsetja kjemikaliar. Desse aukar flokkuleringshastigheita, bind fnokkane sterkare saman og betrar separasjonen. Desse vert kalla flokkulantar (Ødegård 2019, s.595).

4.5 Slambehandling

Hensikta med slambehandlinga er å gjere om slammet til ein tilstand, der det ikkje skaper problem for omgivnadane, og der slammet kan nyttast som ein ressurs. Når slammet vert fjerna inneheld det store mengder vatn som kan lukte og vera smittefarleg (Ødegård 2019, s.684). I Noreg har ein som mål å nytte, så langt det er mogeleg og forsvarleg, slam som jordbetringsmiddel, enten på jordbruksareal eller grøntareal.

Det er gjødselvereforskrifta som regulerer behandling, lagring og bruk av avløpsvatn og andre organiske avfallsprodukt (Gjødselvereforskrifta 2013). Det er kombinasjonar av ulike prosessar som kan medføre utslepp til ytre miljø. Kravet til stabilisering angir at slam ikkje skal forårsake luktulemper eller andre miljøproblem under lagring og bruk. Kravet til hygiene er konkret og angir at slam ikkje skal innehalde uønskte bakteriar som til dømes Salmonella-bakteriar (Ødegård et al. 2009). For å oppnå krava vert det nytta ei rekkje ulike behandlingsmetodar for stabilisering og hygienisering av slam.

OVERSIKT OVER RENSEMETODER OG RENSEEFFEKTER		SS %	BOF ₅ %	ToT P %	Tot N %
Primærrensing					
Mekanisk	FB S	50	20	15	10
Sekundærrensing					
Kjemisk	FB S ↓ F S	90	75	85	30
Biologisk	FB S BR S	85	90	45	30
Tertiærrensing					
Biol/kjem. m/P-fjerning	FB S BF ↓ F S	95	95	95	30
Biol/kjem. m/P+N-fjerning	FB DN-BF N-BF ↓ DN-BF ↓ F S	95	95	95	80

Figur 7 Oversikt over forventade reinseffektar med ulike reinsemetodar¹ (Ødegård 2019, s.557)

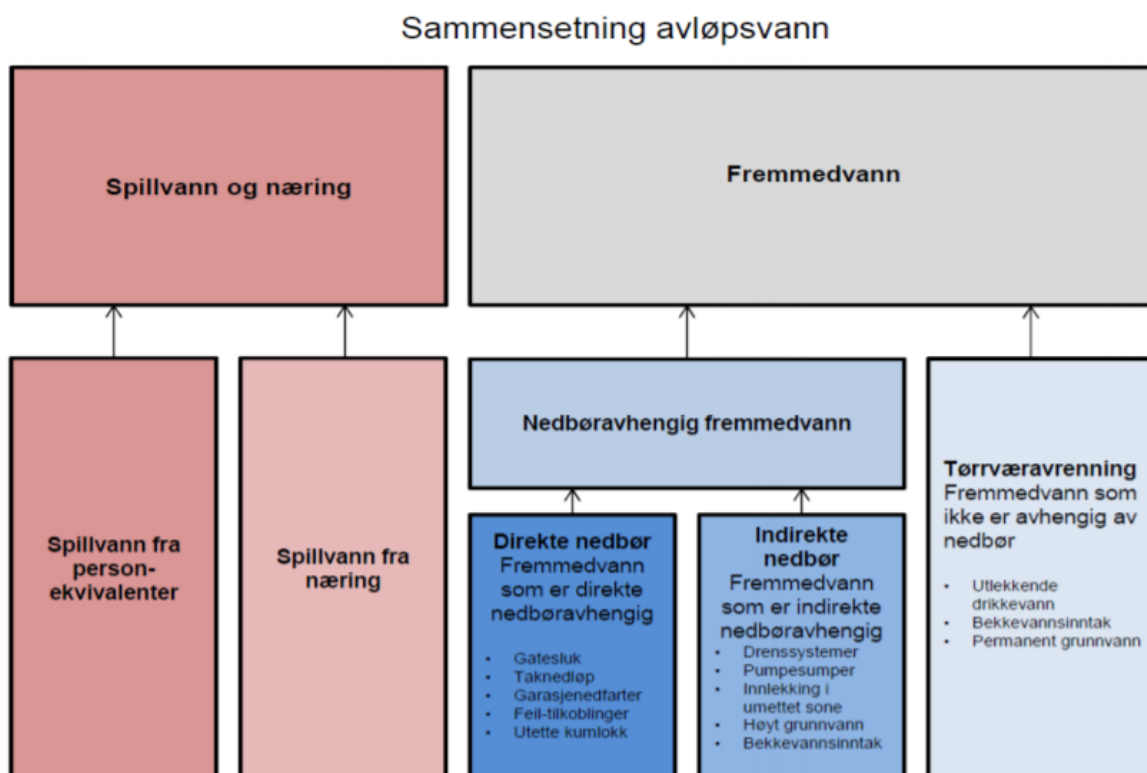
¹ FB = forbehandling, S = sedimentering, F = felling, BR = biologisk reinsing, BF = biofilter, N – BF = Nitrifikasjon med biofilter, DN – BF – denitrifikasjon med biofilter (Haddeland, M.E., Bjønnes, F., Pedersen, P.O.H & Sæle, J. 2020)

5 Framandvatn

5.1 Definisjon og funksjonskrav

I Noreg er omgrepet framandvatn det som er vanlegast å nytte for og beskrive vatn som ikkje høyrer heime i avløpsnettet. Framandvatn vert definert som alt vatn i avløpsleidninga som ikkje kjem frå spillvassproduksjon. Dette er vatn som det er unødvendig og lite hensiktsmessig å reinse på lik linje som spillvatn.

I denne oppgåva vert overvatn frå fellesavløpssystem rekna som framandvatn. Dette er fordi overvatn på eit reinseanlegg er uønskt sjølv om det er planlagt (Lindholm et al. 2012). Figur 7 viser ei oversikt over samansetning til avløpsvatnet.



Figur 8 Samansetning av avløpsvatn (Kveine, 2013)

I hovudsak kan framandvatn delast i to hovudgrupper, omtala nærare i 5.2.1 (Strauman 2013):

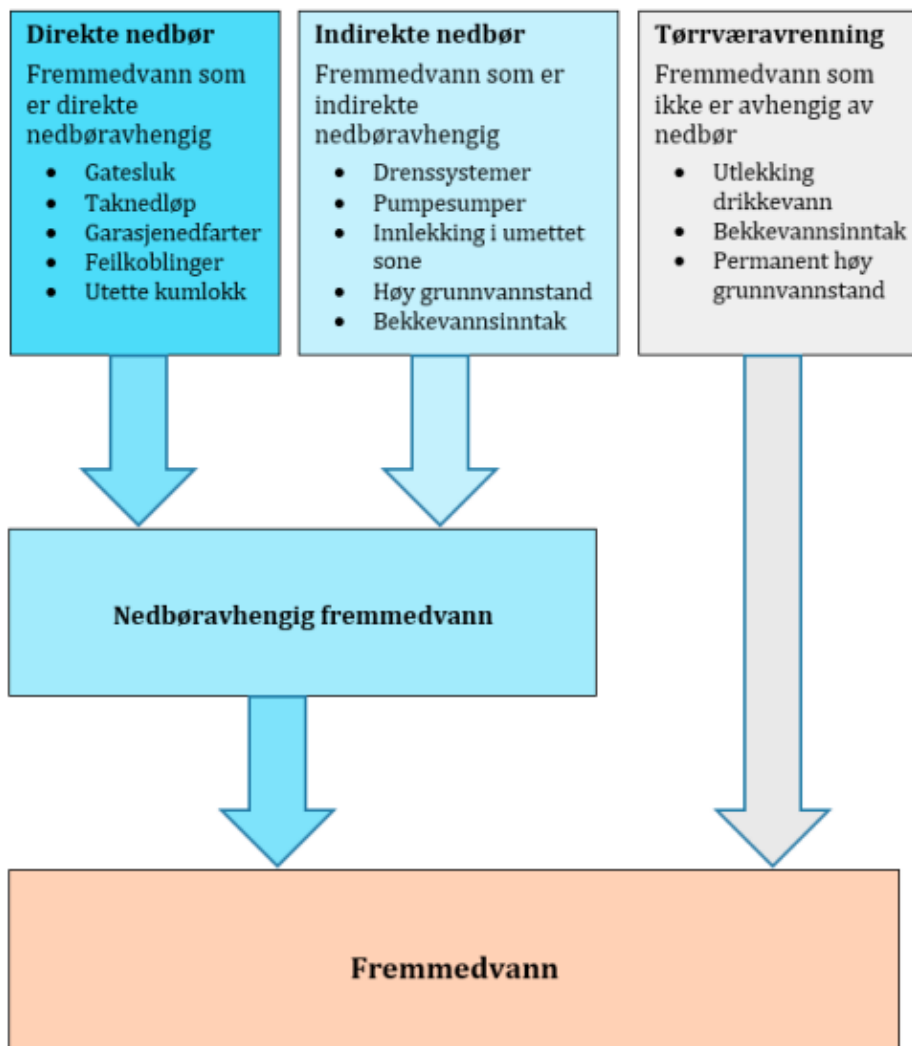
- Hydrologisk tinga framandvatn
- Hydrologisk uavhengig framandvatn

Framandvatn bør ikkje vera årsak til større forureiningsutslepp eller skapa problem for funksjonen til avløpsreinseanlegget. Tiltak bør setjast inn dersom kostnadane ved å fjerne framandvatnet er mindre enn dei kostandar og ulemper det forårsakar (Lindholm, 2017).

5.2 Årsaker og kjelder

5.2.1 Årsaker til framandvatn

Hydrologisk tinga framandvatn kan delast inn i direkte og indirekte nedbørstinga framandvatn. Begge underkategoriane har til felles at dei er avhengige av nedbørsmengd og intensitet. Hydrologisk uavhengig framandvatn er uavhengig av nedbør. Figur 9 viser ei grafisk framstilling av dei ulike komponentane og årsakene til framandvatn (Røysted, U.E. 2016).



Figur 8 Komponentar i framandvatn (Røysted, U.E. 2016)

Direkte nedbørstinga framandvatn skyldast overvatn som trenger direkte inn i avløpsleidningane gjennom gatesluk, taknedløp, feilkoplingar eller utette kumløkk og røyrskøyter. Denne komponenten er knytt til rask nedbørsavrenning frå tette flater, og gjev ofte dei mest intensive framandvasstilførslane.

Indirekte nedbørstinga framandvatn kjem frå drensssystem, pumpesystem, høg grunnvasstand eller bekkevassinntak. Denne komponenten er knytt til treig avrenning då nedbøren bruker lang tid på å lekke inn i avløpsleidninga, ettersom det infiltrerer grunnen fyrst. Årsaker til innlekking kan vera feilkoplingar, utette røyrskøyter og sprukne røyr, med andre ord, avløpsleidningar i dårleg stand. (Strauman 2013)

Hydrologisk uavhengig framandvatn eller tørrvêravrenning er framandvatn som ikkje er avhengig av nedbør. Denne komponenten er knytt til konstant innlekking som hovudsakleg består av lekkasje frå drikkevassnettet, bekkevassinntak eller frå permanent høgt grunnvatn. Årsaka er ofte småfeil jamt fordelt over heile nettet som fører med seg mykje unødvendig vatn til avløpssystemet både i tørrvêr- og nedbørsperiodar. Konstant innlekking er den viktigaste framandvasskomponenten og den utgjer omtrent halvparten av den totale vassføringa i avløpsleidningar på landsbasis (Karstensen 2015)

5.2.2 Kjelder til framandvatn

Framandvatn kjem frå fleire ulike kjelder og vil variera med tid og geografi. For å redusere innlekkinga er det viktig å finne kjeldene som bidrar til auka framandvassmengder i systema. Tabell 5 viser dei vanlegaste kjeldene til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling, M., Malm, A., Røstum, J. & Svensson, G., 2020).

Tabell 5 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020)

KJELDER TIL FRAMANDVATN	SEPARATSYSTEM	FELLESSYSTEM
<i>Drensvatn frå bygningar</i>	Ved feilkoplingar	Planlagd
<i>Overvatn frå overflatar</i>	Ved feilkoplingar, via kumløkk, gatesluk, utette skøytear.	Planlagd
<i>Grunnvassinnlekking via avløpsleidning eller kummar</i>	Ikkje planlagd	Ikkje planlagd
<i>Utlekka drikkevatt til avløpsleidning eller kum</i>	Ikkje planlagd	Ikkje planlagd
<i>Bekkevassinntak</i>	Ved feilkoplingar	Planlagd

Drensvatn frå drensleidningar som er lagd for å fjerne regnvatn som infiltrerer rundt bygningar og konstruksjonar. Dette bidreg til framandvatn både i fellessystem og i separatsystem, dersom dette er tilkoppa. For separatsystemet er ikkje dette planlagd, men det kan førekomme som ei følgje av feilkoplingar og utette skøytear (Von Scherling et al. 2020).

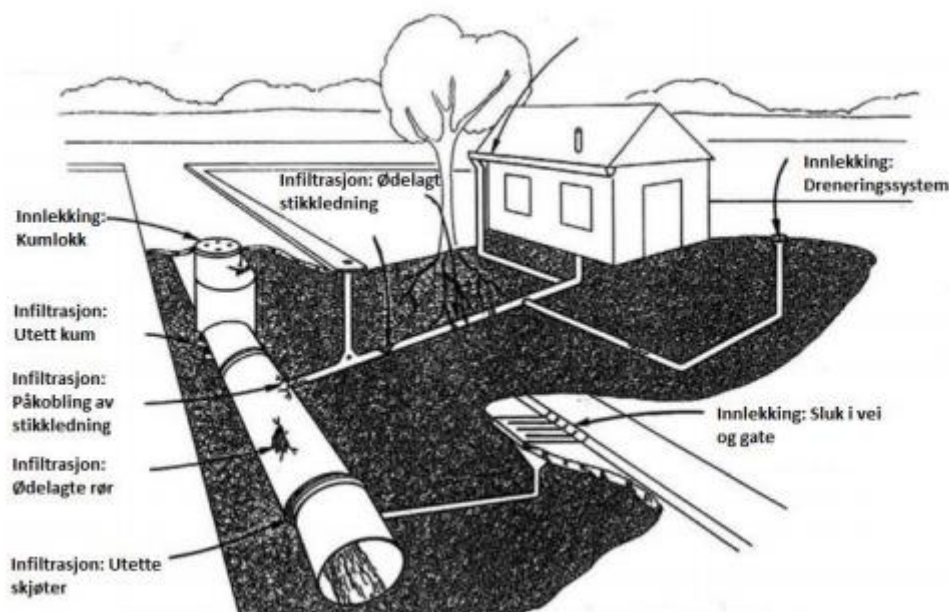
Overvatn kjem frå regnvatn som renn på tette flater, og som ikkje vert infiltrert i grunnen med det same. I fellessystema kjem vatnet direkte frå takrenner og gatesluk, og som eit resultat kan avløpssystemet verte overbelasta. Separatsystema vil i praksis og verta tilført regnvatn (Nygårdseter, 2017).

Grunnvassinnlekking som lekker inn i avløpssystemet kan gje betydelege mengder framandvatn. I periodar med høgt grunnvassnivå kan metta lausmassar omringa røyrleidningane. Dette gjev grunnvatnet mogelegheit til å trenge inn i avløpsnettlet via utette leidningar og kummar. Kombinasjonen av høg grunnvasstand og dårleg tilstand på avløpsnettlet fører til at den konstante innlekkinga vert stor (Karstensen 2015).

Drikkevasslekkasjar frå vassleidningsnettlet som lekk inn på avløpsleidningane. I Noreg er det vanleg å leggje drikkevassleidninga i same grøft som avløpsleidninga. Undersøkingar viser at 50 % av utlekka vatn frå vassleidninga vil kunne drenere inn i

avløpsleidningane. Lekkasje på vassleidningsnettet vil difor føre til dobbel kostnad; tap av drikkevatt og auka mengde framandvatn på avløpsnettet (Ødegård 2019, s.381).

Bekkeinntak som leiar overvatn kan vera kopla til avløpsnettet. Dette kan vera ei stor kjelde til framandvatn både i periodar med nedbør, men og i periodar med tørrvêr. I fellessystem er dette planlagd, men det gjeld og for separatsystem dersom det er feilkoplingar (Von Scherling et al. 2020).



Figur 9 Viser infiltrasjon og innlekking av framandvatn på eit fellessystem (Desserud 2013).

5.3 Status på framandvassproblemet

5.3.1 Noreg

Som nemnd tidlegare i oppgåva er framandvatn det største problemet i VA – Noreg (Vråle, 2011). Med bakgrunn i analysar gjort i artikkelen «Store fremmedvannsmengder i norske avløpsrenseanlegg» av Lindholm og Bjerkholt vart framandvassmengda for ei rekkje reinseanlegg i Noreg berekna (Lindholm og Bjerkholt 2011). Analysane er basert på 2008-data for konsentrasjonen av Tot-P i innløpet til 473 reinseanlegg i Noreg. Resultatet viste at gjennomsnittleg mengde framandvatn på anlegga var betydeleg høgare enn 50 %. Berekningar gjort for 14 av dei største reinseanlegga viste ei

gjennomsnittleg mengd framandvatn på 60 – 70 %, sjå tabell 1. Konklusjonen var at norske avløpsreinseanlegg hadde oppsiktsvekkande mykje framandvatn. Dette forårsakar store forureiningsutslepp, samt ekstra kostandar til drift og investering (Lindholm og Bjerkholt 2011)

5.3.2 Andre land

I artikkelen «Fremmedvann i nordiske avløpsleidningsnett» av Lindholm, Bjerkholt og Lien konkluderer dei med at avløpsanlegg i Norden generelt tek inn ein vesentleg del framandvatn (Lindholm et al. 2012). Berekningane viser likevel at Noreg ligg klart høgare enn dei andre nordiske landa med eit gjennomsnitt på 68 %. Tabell 6 viser at Noreg er det landet i Norden som har størst framandvassmengd, over dobbelt så mykje som Danmark og Finland. Danmark har minst framandvatn, sjølv om dei har omtrent dobbelt så mykje fellessystem som Noreg (Lindholm et al. 2012).

Forbetringspotensialet til Noreg er stort tatt i betraktning at overvassleidninga ligg nedst i grøfta, samt at drensleidninga frå bygningar er kopla på denne og ikkje spillvassleidninga. Ei av årsakene til at Noreg er det landet i Norden med mest framandvatn, kjem av den dårlege tilstanden på leidningsnettet. I tillegg er det ingen andre vestlege land som har like mykje drikkevasslekkasjar som Noreg (Lindholm et al. 2012).

Tabell 6 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020)

LAND	FRAMANDVASSMENGD I % AV TOT. TILFØRT ANLEGG	OMFANG AV FELLESYSTEM
<i>Dei 15 størst avløpsanlegga i Noreg (1,7 mill. PE)</i>	68 %	22 % av alle spillvassførande leidningar
<i>Dei 15 største anlegga i Sverige (3,7 mill. PE)</i>	58 %	Anslår ca. 15 – 20 %
<i>Dei 15 største anlegga i Danmark (2,54 mill. PE)</i>	23 %	Ca. 50 % av kloakkert areal i tettstader
<i>Dei 8 største anlegga i Finland (1,8 mill. PE)</i>	29 %	Anslår ca. 10 – 15 %

5.4 Konsekvensar av framandvatn

Framandvatn vert sett på som eit betydeleg samfunnsproblem og konsekvensane av mykje framandvatn på leidningsnettet kan medføre:

- 1) Komponentane i eit avløpssystem vert dimensjonert for ein langt større kapasitet enn det som elles ville vore nødvendig
- 2) Auka kostandar knytt til drift og investering på reinseanlegga enn det som elles ville vore behov for.
- 3) Større forureiningsutslepp enn det som er lovleg.

Komponentane kan klassifiserast som samfunnsmessige, økonomiske og miljømessige då dei har betydning for kapasitet, utslepp og kostnader. Dette er problem som løp kontinuerleg dag ut og dag inn. (Strauman 2013).

5.4.1 Samfunnsmessig aspekt

Reinseanlegga er i utgangpunktet bygd ut for å transportere spillvatn. Når store mengder framandvatn vert tilført avløpssystemet fører dette til eit ekstra volum som vil forverra både kapasiteten og effektiviteten til avløpsnettet og reinseanlegga. Dette inntreff oftast i forbindelse med store nedbørsmengder eller snøsmeltingsperiodar, og aukar den hydrauliske belastinga på anlegget. I verste fall kan dette føre til flom, oversvømming og oppstuving med tilbakeslag til abonnentane. Dette forårsakar økonomiske og samfunnsmessige skadar på infrastruktur og bygningar.

Fleire reinseanlegg må på grunn av auka hydraulisk belastning og auka stoffbelastning utvida kapasiteten på anlegga. Sprengd kapasitet på leidningsnettet vil føre til at regnvassoverløp vil førekoma oftare og overløpsutsleppa vil auka. Krava i utsleppstillatinga kan verte vanskeleg å overhalde for mange reinseanlegg. Ofte opplever ein fleire uønskte overløpsutslepp, samt lågare reinsegrad enn planlagd (Karstensen 2015). Overbelastninga på reinseanlegga kan ein unngå ved å anlegge fordrøyningsanlegg, oppdimensjonere avløpsnettet eller utføra framandvassreducerande tiltak (Strauman 2013).

For å kunne redusere framandvassmengda er det behov for ein heilskapleg oversikt over situasjonen med hovudplanar og tilstandskartlegging. Mange kommunar slit i dag med for lita

bemanning i forhold til dei oppgåvene som skal gjerast. Kommunane har ikkje kapasitet til å drive med kartlegging og søk etter framandvatn då all tid i staden går til dageleg drift (RIF 2015).

5.4.2 Økonomisk aspekt

Framandvatn i avløpssystemet vil bidra til auka driftskostnadar. Ved store framandvassmengder vil energikostnadane auka då pumpene vil bruka meir straum enn det som ville vore nødvendig om det berre var spillvatn som kom inn på anlegget. Pumpene vil og trenge hyppigare vedlikehald og ettersyn som følgje av at dei vert belasta hardare. Auka belastning vil føre med seg meir sand og grus inn på systemet og gjev utstyret kortare levetid. Kostnadane knytt til reinsing vil verta høgare ved at kjemikalieforbruket aukar. Ved auka vassmengd, aukar og mengda kjemikaliar som må tilsetjast for at ein skal oppnå ønska reinseeffekt. Det vil og vera kostnadar knytt til slamhandtering, ventilasjon, varme og bemanning. Desse faktorane vil auke i takt med storleiken på anlegga.

Avløpsnettet kan verte overfylt som følgje av at framandvatn tek opp heile eller store deler av kapasiteten. Ved kraftig nedbør hender det at røyra går så fulle at avløpsvatnet finn vegen tilbake til kjellarsluk, og dermed fløymer over kjellaren. Erstatning for dette kan verte kommunens ansvar.

For å tilpasse seg framandvassmengda vert avløpsnettet ofte oppdimensjonert. Dette medfører at røyr, pumper, fordrøyningsbasseng og liknande, vert dimensjonert større enn nødvendig. Dette gjev store investeringskostnadar. Vidare vil kostnadane knytt til drift og vedlikehald auke for større anlegg. Røyr som er dimensjonert for å tåle den nedbørsavhengige framandvassmengda, kan i periodar med lite nedbør, oppleve å ikkje tilfredsstillast kravet om sjølvreins (Karstensen 2015). Investeringsbehova for avløpsanlegga er stort, og ein kan anta at om lag halvparten av anlegga vil ha behov for oppgradering/utskifting innan 2030 (Ødegård et al. 2013).

Kostnadar knytt til miljø inneber som oftast ingen auke i kostnadar, men det kan førekome om ein ikkje oppfyller reinsekrava. Når vassførekomstar, til dømes ein resipient vert forureina, vil det i dei fleste tilfelle koste peng å rette opp i skadane, ofte i form av ei bot eller

erstatning. Generelt vil det koste peng å unngå at forureining skjer (Von Scherling et al. 2020).

Tabell 7 Ulike kjelder til framandvatn og når dei oppstår (Von Scherling et al. 2020)

PRIMÆRE KOSTNADAR	SEKUNDÆRE KOSTNADAR
Driftskostnadar	Miljøkostnadar
Kostnadar for reinsing	Fosfor og anna utslepp med risiko for overgjødsling av innsjøar og hav
Kostnadar for pumping på nett og i reinseanlegg	Badeforbod og dårleg publisitet
Kostnadar som følgje av oversvømming	Forureining av drikkevatn (sjukdom som følgje av dette)
Evt. Bot i samband med at krav til verksemda ikkje vert oppfylt	
KOSTNADAR I FORHOLD TIL KAPASITET	
Investeringsbehov som følgje av at framandvatn tek opp kapasitet som treng for ei auka befolking eller klima	

5.4.3 Miljøaspekt

Store mengder framandvatn medfører store forureiningsutslepp og er ei unødvendig miljøbelastning som påverkar det ytre vassmiljøet. Det er ei rekkje ulike grunnar til at forureiningsutsleppa frå avløpet aukar, men hovudsakeleg skjer det gjennom overløp og lekkasjar. Om den tilgjengelege kapasiteten på leidningsnettet minkar, vil overløp og nødutløp tre i kraft oftare. Vatnet vil vera meir fortynna enn vanleg spillvatn, men det vil likevel verta ei forureining då ureinsa vatn vert sleppt ut i naturen. Framandvatn i avløpsleidningane vil og føre til høgare vassnivå i røyra, som igjen fører til utlekking av avløpsvatn via sprekkar og dårlege røyrskøyter aukar (Lindholm 2017).

Framandvatn kan og føra til fleire ulemper på sjølve reinseanlegga. Effekten av sedimenteringsbassenga i reinseanlegga vert påverka då framandvatn aukar den hydrauliske

belastninga noko som medfører at opphaldstida vert redusert. Reinseffekten kan verta redusert då framandvatn normalt har lågare temperatur enn spillvatn. Lågare temperatur gjer at både dei kjemiske og biologiske reinseprosessane vil gå seinare enn kva dei ville gjort om spillvatnet var meir konsentrert. Som eit resultat av lengre opphaldstid og dårlegare effektivitet i reinseprosessane, vil reinsegrada verte dårlegare og meir forureining vil verta sleppt ut i resipienten (Lindholm og Bjerkholt, 2011).

Sjølv om reinseanlegget oppfyller reinsekrava, vil framandvatn likevel føra til meir forureining. Via auka gjennomstrøyming vil framandvatnet ta med seg forureining fordi ein i praksis ikkje kan fjerna all forureininga. Meir framandvatn vil difor føre til meir total restkonsentrasjon.

Utslepp vil medføre ei negativ verknad på rekreasjonsverdien til resipienten og området kor utsleppet skjer. Vanlege problem som følgje av utslepp av avløpsvatn kan vera algeoppblomstring på grunn av stor tilførsel av næringsstoff eller oksygenmangel på grunn av stor tilførsel av organisk materiale. Hygienisk svekking, attgroing av strandlinja og estetisk påverknad er lokale problem som kan oppstå. Forureininga vil påverka det biologiske mangfaldet, samt gjera resipienten lite eigna til drikkevatt, badeområdet og rekreasjonsområdet (Karstensen 2015). Dette er skadar som kan ta lang tid å rette opp i.

I Europa er det EUs vassdirektiv som gjev føringar for europeisk vassamarbeid og vasskvalitet. I Noreg vart denne gjort gjeldande i form av vassforskrifta (Vannforskriften 2006). Vassforskrifta har som formål å sikre god miljøstand med mål for fysisk, kjemisk og økologisk kvalitet i elver, innsjøar, grunnvatn og kystvatn. Vidare er det krav i forureiningsforskrifta med formål om å beskytte miljø mot forureining frå utslepp frå avløpsvatn. Konsekvensane av begge forskriftene er at avløpssektoren i Noreg stadig vil verta pålagd strengare miljøkrav. For kommunale avløpsreinseanlegg vil det verta skjerpa krav til tilførselsgrad, reinseffekt og kontroll av anlegga (Ødegård, et al. 2013).

Tabell 8 Ulike problem knytt til framandvatn i separat- og fellessystem (Lindholm 2012)

TYPE PROBLEM	SEPARATSYSTEM	FELLESSYSTEM
Opptek kapasitet i leidningen	Ja	Nei, vanlegvis ikkje noko stort problem
Auka utslepp via regnvassoverløp	Nei	Ja
Auka utslepp i nødoverløp i pumpestasjonar	Ja	Ja, i enkelte avløpsnett
Opptar kapasitet i reinseanlegget (oppaldstider)	Ja	Ja
Fraktar med forureiningar ut av reinseanlegg	Ja	Ja
Auka kostnadar til drift og investering	Ja	Ja

5.4.4 Positive aspekt

Framandvatn vert hovudsakeleg sett på som eit problem, og er ikkje ynskjeleg på avløpsnett. Dette til tross, er det mogeleg å trekke fram nokre positive effektar av framandvatn.

Den mest openberre grunnen er at framandvatnet kan vera forureina. Då er det betre å sende vatnet til eit reinseanlegg enn til ein resipient. Ved å transportere vatnet saman med spillvatnet til reinseanlegget vil det hindre uønskt utslepp og samtidig gjere det lettare å overhalde norske utsleppskrav om maksimale utsleppskonsentrasjonar (Desserud 2013). Framandvatn i avløpsnett vil auke vassføringa i leidningane. Det vil oppstå større hastigheiter og større skjerkrefter noko som bidreg til auka sjølvreinsing. Skylling vil motverka avleiringar og oppstuvingar i avløpsleidningane slik at ein unngår tilstoppingar (Strauman 2013).

5.5 Tiltak mot framandvatn

For å avgjera om det lønar seg å gjennomføre tiltak, må kostnadar og verknadar av tiltak, vegast opp mot kostnadane og ulempene framandvatnet medfører. Tabell 9 viser ei oversikt over moglege tiltak og om dei eignar seg for separat- eller fellessystem.

Tabell 9 Mogelege tiltak for å redusere framandvassmengda til reinseanlegga (Lindholm 2012).

MOGELEGE TILTAK	SEPARATSYSTEM	FELLESYSTEM
Minke drikkevasslekkasjane	Ja	Ja
Fjerne feilkoplingar	Ja	Nei
Fjerne mogelegheiter for overlekking/innlekking i kummar	Ja	Ja
Tette kummar, fornya/ rehabilitera kummar	Ja	Ja
Tette røyrskøyter	Ja	Ja
Fornye/rehabiliterer røyr	Ja	Ja
Separere fellessystem	Nei	Ja
Bruka meir LOD-metodar	Nei	Ja
Senke grunnvasspegelen lokalt med ny drensleidning eller grunnvasspumpe	Ja	Ja
Få vekk husdreneringar frå spillvassførande leidning	Ja	Ja

I dei neste avsnitta vil desse tiltaka, samt sanering og separering av stikkleidningar og fjerning av bekkelukkingar inn på fellessystema, verte presentert (Von Scherling et al. 2020).

5.5.1 Lekkasjar frå drikkevassnett

Lekkasjar frå drikkevassnett bidreg til ein stor del av framandvassmengda på avløpsnett. Denne kjelda til framandvatn fører til dobbel kostnad då ein både har tap av drikkevatt, samt auka mengd framandvatn (Ødegård 2019, s.381). Tiltak for å redusere og tette desse lekkasjane er difor viktige tiltak med fleire positive effektar.

5.5.2 Fjerne feilkoplingar

Feilkoplingar der overvassleidningen er kopla på spillvassleidningen, bidreg med vesentlege framandvassmengder. Desse feilkoplingane oppstår på grunn av menneskeleg feil ved nyanlegg eller ved rehabilitering av anlegg. Det er difor viktig at fagfolka som utfører denne typen arbeid har god opplæring og kunnskap, slik at ein unngår dette. Det vil og vera viktig med ei god oversikt over leidningsnett, samt gode rutinar for registrering av

informasjon. Feilkoplingane kan finnast med til dømes røyktestar, tilsetning av farge eller sporstoff (Karstensen 2015).

5.5.3 Fjerne moglegheiter for overlekking/innlekking i kummar

I ein felleskum er det ikkje uvanleg med overlekking/innlekking mellom to leidningar. Innlekking av framandvatn i kummar førekjem ofte om leidningane ikkje har lokk, samt på grunn av manglande eller dårlege pakningar. Ved å leggje lokk på leidningane, eller ordne/skifte ut pakningane kan dette problemet enkelt løysast.

5.5.4 Tette kummar, fornye/rehabiliterer kummar

Innlekkasjar er og ei aktuell kjelde til framandvatn. Grunnvatn vil trenge inn i kummar som ikkje er tette. Det vil løne seg å tette eksisterande kummar, i staden for å byrje med utskifting av kummar då dette er svært kostnadskrevjande. Ein aktuell metode for å tette kummar er å bruke permacast, glassfiberarmert betong. Då får heile innsida av kummen nytt belegg, og kummen vert tett. Samanlikna med å skifte ut heile kummen vil dette vera billigare, og ein vil og spare mykje tid ved å nytte denne metoden (Garaas 2018).

5.5.5 Tette røyrskøyter

Det kan vera mange grunnar til at røyrskøytene er utette. Ei vanleg årsak kan vera at røyra vert pressa ut av sin eigentlege posisjon som følgje av setningsskadar i grøfta. Elles er manglande eller dårlege pakningar i skøytane ein vanleg grunn. Desse feila kjem av mangel på kunnskap, retningslinjer og prosedyrar for legging av røyr, samt at røyra vert utsett for belastningar dei ikkje er laga for å tole (Garaas 2018).

5.5.6 Fornye og rehabiliterer røyr

For å redusere framandvassmengdene er det nødvendig med fornying og rehabilitering av røyr. Gjennomsnittleg alder for kommunalt leidningsnett t i Noreg er 32 år (RIF 2021). Men mange av leidningane som er i bruk i dag, vart lagde for meir enn 40 år sidan og gjekk teknisk sett ut på dato i 2011 (Ødegård 2019, s.503).

Fram mot 2040 ligger investeringsbehova i kommunalt eigde avløpsanlegg på 72 mrd. kr. (Bruaset et al. 2021). Store delar av investeringsbehovet baserer seg på fornying og rehabilitering av røyr på avløpsnett. I dag nyttar ein ofte NoDig – metodar når ein skal fornye avløpsnett. Dette er renoveringsmetodar som gjer at ein unngår eller reduserer

behovet for graving (Ødegård 2019, s.539). I dag er det forventa at nye leidningar kan ha ei levetid oppimot 100 år.

5.5.7 Separere fellessystem

I eit fellessystem er drenevatn og overvatn kopla på same leidninga som spillvatnet. Ved snøsmelting og kraftig nedbør vil difor framandvassmengdene auke dramatisk. Ved å separere leidningane og etablere separatsystem vil tal på overløp frå spillvassnettlet verta kraftig redusert, ein vil få færre situasjonar der vatnet fløymer over i kjellarar, og betre kapasitet på leidningane, pumpestasjonane og reinseanlegga.

5.5.8 Lokal overvassdisponering (LOD)

Lokal overvassdisponering inneber å handtere overvatnet lokalt ved å la vatnet finne naturlege vegar via infiltrasjon, fordrøyning eller i flomvegar, sjå figur 3. Metodane skal tilpassast lokale forhold og behov. Aktuelle LOD – tiltak kan vera dammar, lukka magasiner, infiltrasjon og grønne tak. Tiltaka vil ha best effekt der det er fellessystem.

Vatnet vert ikkje ført til næraste sluk og ein unngår at overvatnet hamnar inn på fellesleidninga. I nyare tid har ein vald å sjå på overvatnet som ein ressurs. Tiltaka er berekraftige og overvatnet tilfører kvalitetar til omgivnadane (Ødegård 2019 s.470).

5.5.9 Senke grunnvasspegelen lokalt

I områder der grunnvasspegelen ligg høgare enn leidningane i grøfta, vil det kunne lekke inn vatn på spillvassleidningane. Ved å etablere grøfter med naturleg dreneleidning i botn, vert grunnvasspegelen senka til eit nivå under leidningas høgde og ein unngår innlekking.

5.5.10 Få vekk husdreneringar frå spillvassførande leidning

Dreneringsystem til hus er ofte kopla på spillvassleidninga og tilfører difor avløpsnettlet mykje framandvatn. Det er til dømes tilfelle kor takrenner er kopla direkte på spillvassleidninga. I separatsystem kan dette løysast ved å kopla dreneringsvatnet på overvassleidninga. I fellessystem vil det i større grad vera aktuelt å nytta seg av LOD-tiltak, til dømes regnbed og grønne tak.

5.5.11 Sanere og separere stikkleidningar

Lekkasjar gjennom sprekkar og utette koplingar mellom private stikkleidningar og kommunale leidningane bidreg til ein god del innlekking. Private stikkleidningar får ofte mindre merksemd enn kommunale då dette er forbrukar sjølv sitt ansvar. Sjølv om kommunen gjer tiltak som utskifting og fornying av eige leidningsnett, vil ikkje dette ha innverknad på framandvatn som vert tilført via dei private stikkleidningane.

For å løyse dette problemet har nokre kommunar, til dømes Stavanger, vald å overta dei private stikkleidningane. Då vil fornyinga av kommunale og private leidningar skje parallelt. Kommunen får betre oversikt og det vil med stort sannsyn vil merkast på framandvassmengdene på leidningsnettet (Garaas 2018).

5.5.12 Fjerne bekkeinntak

Bekkar som har vorte lagd i røyr og deretter kopla direkte på avløpsnettet bidrar til mykje framandvatn. Kartlegging av bekkelukkingar og deretter opna lukka bekkar vil bidra til å redusere framandvassmengda. Vidare vil det verte nødvendig å leggje til rette for overvasshandtering. Å opne opp att bekkar vil ha ei positiv innverknad på overvasshandteringa, samt og bymiljøet som får ein meir blågrøn struktur (Karstensen 2015).

6 Håra Avløpsreinseanlegg



Figur 10 Håra avløpsreinseanlegg, sett i drift mai 2010 (Nilssen 2011)

6.1 Ullensvang Kommune

Studieområdet for denne oppgåva har vore Håra Avløpsreinseanlegg (Håra AR) som ligg i Ullensvang Kommune. Reinseanlegget høyrde tidlegare til Odda Kommune, men i 2020 vart Ullensvang Kommune etablert som følgje av samanslåing av kommunane Ullensvang, Odda og Jondal. På bakgrunn av dette vil det refererast til Odda Kommune i aktuelle kjelder som kommunedelplan og utsleppstillatingar. Per 4. kvartal i 2020 var det 11 002 innbyggjarar i den nye kommunen (Statistisk Sentralbyrå, 2020a).

Klimaet i Ullensvang, vert i likskap med resten av Vestland fylke, påverka av lågtrykk som kjem inn frå vest/sørvest. Desse lågtrykka bringer med seg fuktig luft og gjev store mengder nedbør. Det varierte terrenget i kommunen, med nærleik til høge fjell, Folgefonna og Hardangerfjorden påverkar og klimaet i stor grad. I følgje yr.no Håra AR har ein gjennomsnittleg årsnedbør på 2313 mm. Det er i snitt over 200 nedbørsdagar i året og det fell mest nedbør vinter og haust (Yr.no 2021).

I 2011 vart det utarbeida ein ny kommunedelplan for avløp i Odda Kommune (Nilssen, 2011). Planen har ein planperiode frå 2011 – 2022. Formålet med kommunedelplanen er å legge til

rette for at det vert bygd ut berekraftige og gode løysingar for oppsamling, reinsing og utslepp av avløpsvatn i kommunen. Odda Kommune var ansvarleg for utbygging og drift av leidningsnett, reinseanlegg og utslepp for totalt 8 avløpsverk. For Håra AR og Seljestad AR er Fylkesmannen forureiningsmyndigheit, medan kommunen sjølv er myndigheit for dei resterande anlegga, sjå tabell 10.

Tabell 10 Oversikt over avløpsverk i Odda Kommune (Nilssen, 2011)

Avløpsverk	Utslippstillatelse		pe 2010	Tilknytning 2010	
	Myndighet	Maks. pe		%	pe
Odda	OK	6600	5770	95	5480
Tyssedal	OK	900	760	100	760
Skjeggedal	OK	35	35	100	35
Hildal	OK	100	70	60	40
Skare	OK	500	410	100	410
Seljestad *)	FM	4400	600	100	600
Håra *)	FM	3000	870	95	830
Røldal *)	OK	950	760	95	720
Totalt *)		16485	9275	96	8875

OK = Odda kommune

FM = Fylkesmannens miljøvernavdeling

*) Inkluderer hytter og fritidsbebyggelse

I den gitte perioden, 2011 – 2022 er det berekna kostnadsinvesteringar på 154,9 mill. kr (Nilssen 2011). Dette er føreslått tiltak som bygging av godkjende reinseanlegg, samt rehabilitering og utskifting av dårleg leidningsnett. For utbyggingsprosjekt skal investeringskostnadane dekkast ved auka tilknytingsgebyr.

I 2010 var årsgebyra i kommunen ca. 25 % lågare enn landsgjennomsnittet. For ein 120 m² bustad var årsgebyret på kr. 2.339 ekskl. mva. Det var forventa at gebyra i Odda ville auka med 10 % pr. år dei 4 – 5 fyrste åra (Nilssen, 2011).

6.2 Status på framandvatn i Ullensvang Kommune

Ullensvang Kommune er i startfasen når det kjem til kartlegging av framandvassmengd på avløpsnetta i kommunen. Det finnes per dags dato ikkje gode tal på mengda framandvatn, men det er ingen tvil om at det er ei utfordring. Hovudutfordringa er framandvatn som kjem inn på avløpsreinseanlegga og forstyrrar reinseprosessen slik at reinseanlegget ikkje oppnår tilfredsstillande reinseresultat. Kommunen vil difor rette fokus og ta tak i dette problemet. I 2021 starta kommunen eit samarbeid med COWI, der dei skal gå gjennom heile reinseprosessen og kartlegga mengda av framandvatn på avløpsnettet.

Kommunedelplanen for avløp i Ullensvang Kommune skal leggja til rette for at det vert bygd ut berekraftige og gode løysingar for oppsamling, reinsing og utslepp av avløpsvatn. I kommunen er det totalt om lag 81 km avløpsleidningar, fordelt om lag 50/50 mellom separatsystem og fellessystem. I tillegg er det registrert om lag 25 km reine overvassleidningar (Nilssen, 2011). Tabell 11 gjev ei oversikt over løpemetar avløps- og overvassleidningar i kommunen.

Tabell 11 Oversikt over løpemetar avløps- og overvassleidning (Nilssen, 2011)

Avløpsverk	Fellesledninger overvann - spillvann (AF)	Separate spillvanns- ledninger (SP)	Pumpe- ledninger	Sum avløps- ledninger	Overvanns- ledninger
	meter			meter	meter
Odda	22990	16440	6140	45570	13140
Tyssedal	4250	3250		7500	2800
Skjeggedal		270	40	310	
Hildal		200		200	
Skare		2430		2430	1410
Seljestad	430	7590	2190	10210	1850
Håra	1910	4000	90	6000	680
Røldal	8420		610	9030	4970
Totalt	38000	34180	9070	81250	24850

6.3 Håra avløpsreinseanlegg



Figur 11 Oversiktsbilete over Håra AR og Håradalen (Kartverket 2020)

6.3.1 Situasjonsbeskriving

Håra avløpsreinseanlegg ligg i nedst i Håradalen like nedanfor E134, sjå figur 11. Håradalen ligg nordvest – søraust og har bratte sider mot nordaust og sørvest, figur 12. Fjellsida strekk seg opp mot eit platå på rundt 1100 høgdemeter. I botnen av dalen renn Håraelva, med utløp i Røldalsvatnet. Fjellsidene består hovudsakeleg av bratte fjellskrentar. Nedst er terrenget slakare og består av eit lausmassedekke. E134 slyngar seg oppover dalen i krappe svingar, før den forsvinn inn i Røldalstunnelen og vidare nedover Seljestad.

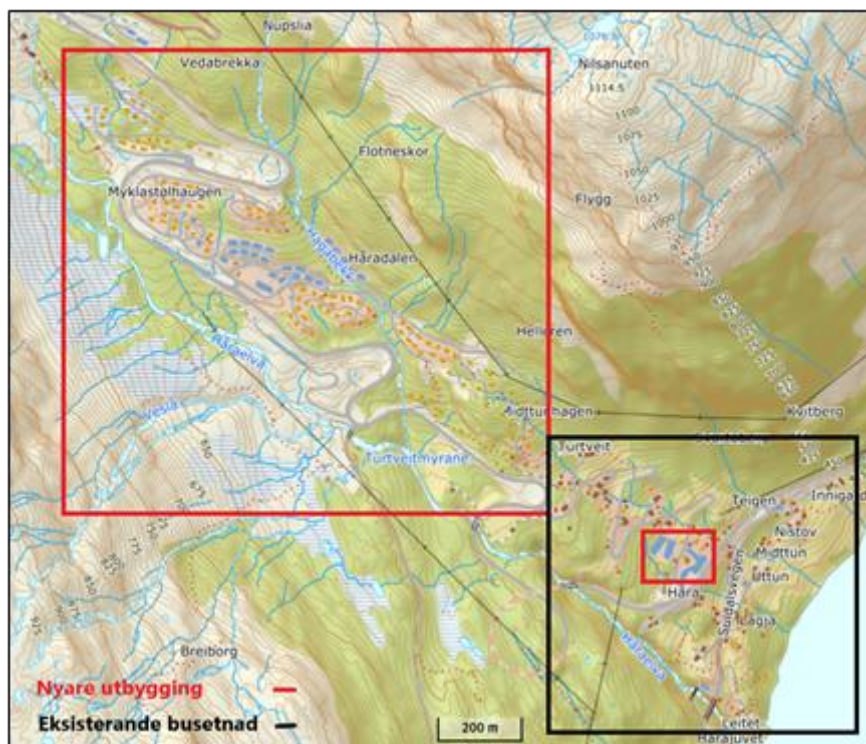


Figur 12 Oversikt over Håra AR og Håradalen (NVE 2020)

I området Håra – Håradalen har det sidan 2006 vore ei omfattande utbygging med nye hyttefelt, hotellverksemd, serviceanlegg med vidare. Dette omfattar både fortetting og etablering av nye hyttefelt i Håradalen opp til Røldal Skisenter. Figur 13 viser eksisterande busetnad og nyare utbygging på Håra og i Håradalen. Det var estimert at tal på sengeplassar i Håra – Håradalen ville auke frå 1000 – 5000 på få år (Sekse, 2007). Ei slik utbygging påverkar eit VA-system i stor grad.

Tidlegare vart avløpet reinsa i kommunal slamavskiljar ved Håra med utslepp til Røldalsvatnet. Slamavskiljaren hadde avgrensa kapasitet, 300 PE, og oppfylte ikkje dei nye reinsekrava (Tingstad, 2008). Som eit resultat av utbygginga og skjerpa krav til reinsing, vart

det bygd nytt kjemisk/biologisk avløpsreinseanlegg ved Hårajuvet om lag 300 m sør for E134, samt utskifting/fornyng av offentlig leidningsnett i området, sjå figur 16.



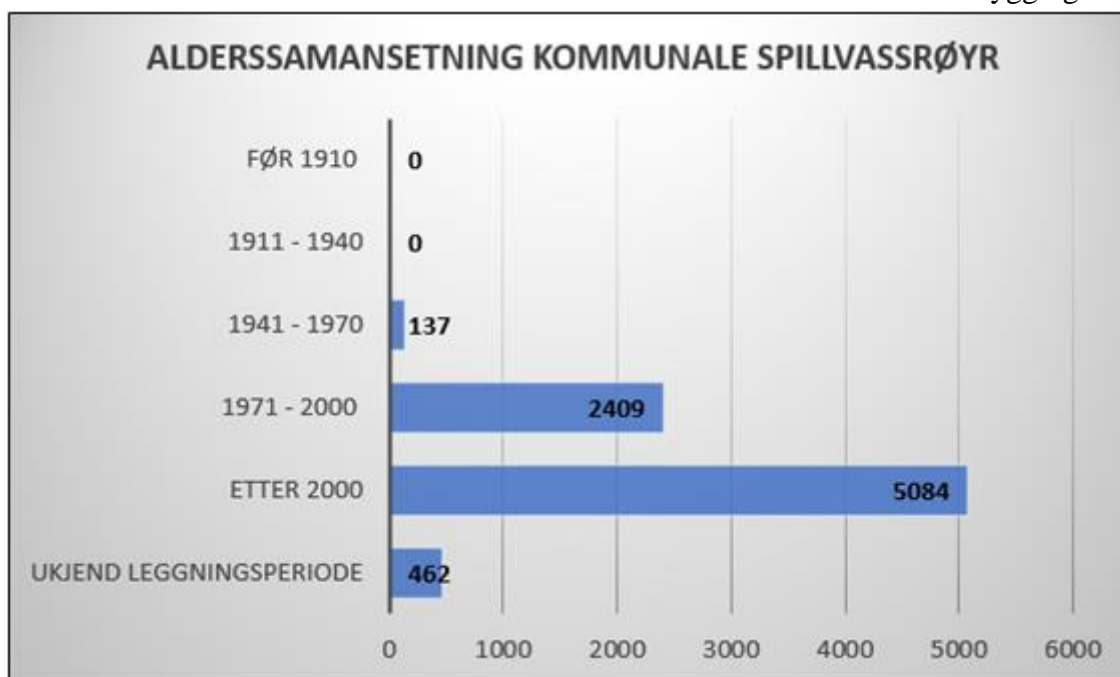
Figur 13 Oversiktbilete over Håra – Håradalen med eksisterande busetnad og nyare utbygging (Kartverket 2020)

6.3.2 Tilstand

I dag består store delar av leidningsnett i området Håra – Håradalen av separatsystem, sjå tabell 11. Separatsystemet er bygd ut i åra rundt 2008, i takt med hytteutbygginga ovanfor Turtveit. I samband med utbygginga av nye Hordatun hotell og leilegheitsbygget, Panorama, på Håra, vart det gjennomført ei omlegging/utskifting av VA-leidningane ved Hordatun, og på ei strekning like ovanfor Hordatun/Håravegen, sjå figur 13. Alle kommunale avløpsleidningar i dette området er skifta ut, lagd om eller oppdimensjonert. Frå Hordatun og ned til reinseanlegget ved Hårajuvet vart det og lagd nye avløpsleidningar.

Ullensvang Kommune nyttar programverktøyet Gemini VA som database for VA leidningsanlegg. Det meste av leidningsnett er nytt og har god kvalitet/tilstand.

Figur 14 viser alderssamansetninga av dei kommunale spillvassleidningane knyt til Håra AR, vedlegg B. Hovudparten av avløpsleidningane er lagde etter 2000. Dei fleste i samband med utbygginga i 2008.



Figur 14 Transportsystemet for Håra AR, røyr lagd, vedlegg B (Dagestad 2020)

Unntaket er ei avløpsledning frå Håradalen, forbi Turtveitmyrane og ned mot Håravegen/Hordatun, samt eit kortare leiingsstreck nedanfor Rv13, sjå figur 15 (Sekse, 2010). Dette er ei felleisleidning, lagd i 1974. Tilstanden på denne leidninga er ikkje kjend, men det vil vera aktuelt å vurdere ulike tiltak som fornying/rehabilitering av denne leidninga då den nærmar seg 50 år gamal og kan vera ei aktuell framandvasskjelde.



Figur 15 Oversikt over leidningsnett (Ullensvang Kommune 2020)

Røyrmaterialaet til størsteparten av leidningane er PE, vedlegg B. På det gamle leidningsnett, fellesleidninga, er det lagd betongrøyr frå Turtveit og ned til Håravegen/Hordatun Hotell, sjå figur 15. Det kan vera ein mogelegheit for at røyrskøytane til desse betongrøyra har forskøvet seg i forhold til kvarandre, og det er heller inga pakning i skøytane. Dette kan føre til både inn- og utlekking av store mengder vatn. Samtidig er det stor usikkerheit knyt til desse betongrøyra. Kommunen har ingen tal på kor mange meter betongrøyr som eventuelt er lagd, og heller ikkje kvar alle er lagde i mangel på dokumentasjon av lokalisering. I samband med utbygginga av Håra AR i 2010 vart det registrert innlekking av relativt store vassmengder ved nedbør til den gamle avløpsleidninga ovanfor Håravegen, markert med lilla på figur 16 (Sekse, 2010). Stor innlekking vil medføre større risiko for overløpsdrift på reinseanlegget. Sjølv om dette var eit kjend problem i 2010, har det ikkje vorte gjennomført nærare undersøkingar eller tiltak på denne avløpsleidninga.

6.3.3 Avløpssystemet

Avløpsanlegget er bygd ut etter maks framtidig tilknytning. Avløpsanleggets storleik i PE vert rekna ut frå største mengde kvar veke som går til reinseanlegget eller utsleppspunkt i løpet av

året. For Håra AR er dimensjonerende veke rekna ut frå veka med størst belegg på hytter/utleieeiningar. Dette vil for Håra AR vera i påsken/vinterferien (Sekse, 2007).

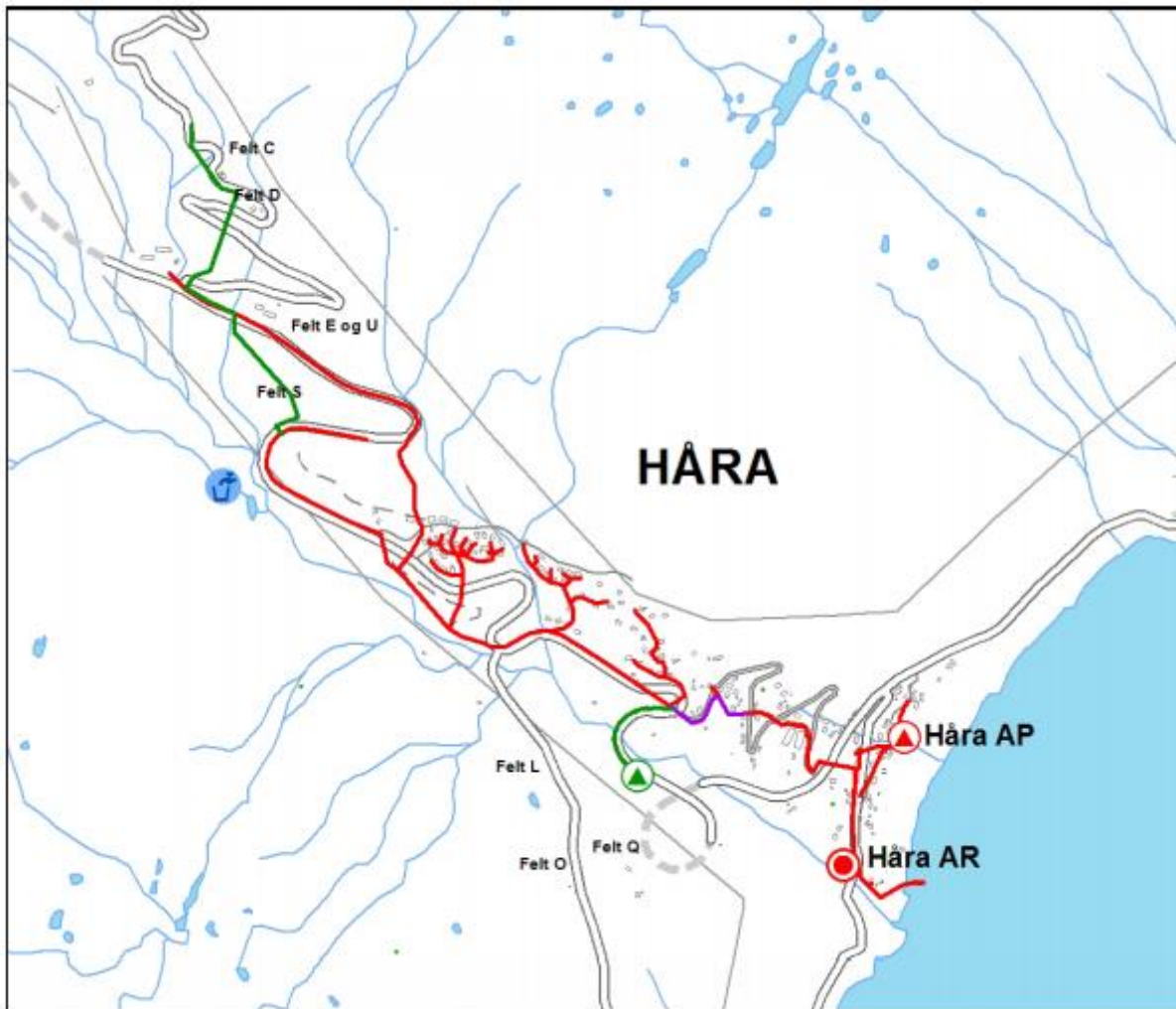
Tabell 12 Maksimal tilknytning til kommunalt avløpsanlegg på Håra (Sekse 2007)

	SENGER	BELEGG	TAL PÅ PE
Håradalen, øvre del m/skisenter	589	0.6	353
Håradalen, nedre del	3664	0.6	2198
Hordatun	616	0.6	370
Eksisterande abonnentar	200	0.6	120
Sum Håra	5069	0.6	3041

Maksimal framtidig tilknytning til Håra AR er på om lag 3050 PE, sjå tabell 12. På grunn av usikkerheit knytt til omfang og tempo med tanke på utbygging av hytteområde, skjer utbygginga av reinseanlegget trinnvis. Byggetrinn 1 som er dimensjonert for 2000 PE er ferdig og vart sett i prøvedrift våren 2010. Anlegget har tre reaktortankar for biologisk reinsing, derav er to som er i drift. Det er og lagd opp til bygging av ein fjerde tank som ein del av byggetrinn 2. Gjennomføring av byggetrinn 2 for Håra AR, som omfattar ei auke frå 2000 – 3050 PE vert ikkje sett på som aktuelt for planperioden 2011 – 2022 (Nilssen, 2011).

I forbindelse med utbygginga er det lagd nye leidningar for vatn og avløp langs gamle E134 opp Håradalen. Dei kommunale leidningane vart forlenga gjennom felt S, og vidare opp mot felt E, U og C og D. Felta lenger nede, L, O og Q, er og planlagd tilknytt, men her er det ikkje bygd ut noko enno, sjå figur 16.

Ved tidlegare slamavskiljar vart det etablert ein ny avløpspumpestasjon, Håra AP, som inkluderte ein tett tank for oppsamling av avløpsvatn ved driftsstans, figur 16. Det vart og etablert overløp ved Håra AR for avlastning av avløpsvatn ved eventuelle driftsstansar og andre forhold. Det er lagd avskjerande avløpsleidningar ved busetnaden på Håra til det nye reinseanlegget via pumpestasjonen. Resterande busetnad vart tilknytt reinseanlegget med sjølvfall ned Håradalen. Utsleppet frå reinseanlegget er ført til Røldalsvatnet, 13 m under lågaste regulerte vasstand (Nilssen, 2011).



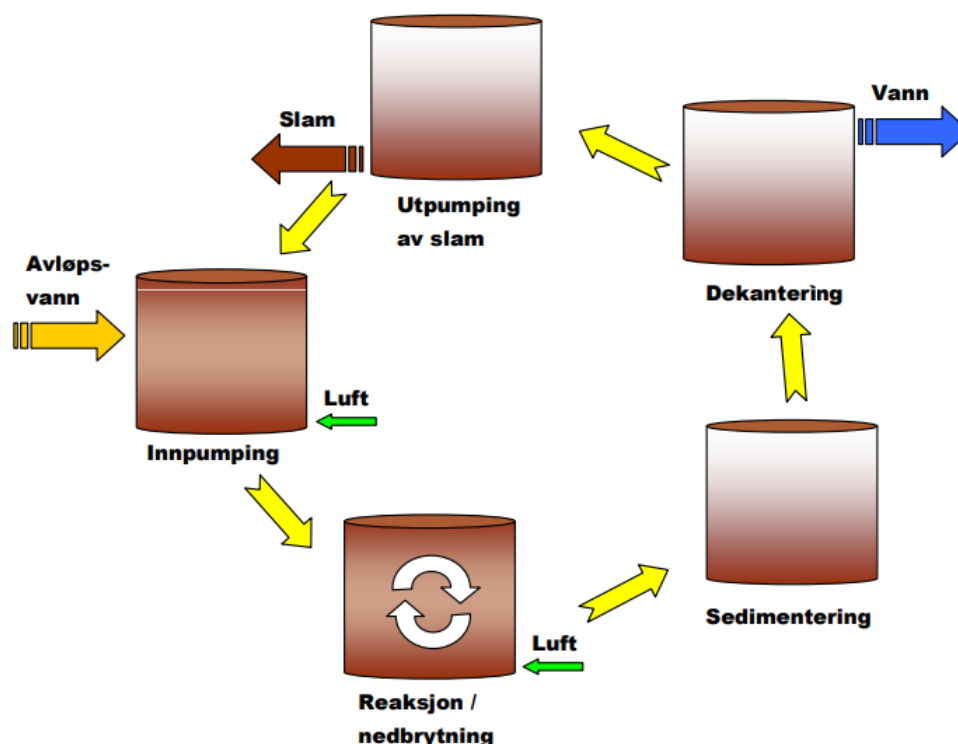
Figur 16 Oversiktskart av utbygging Håra AR – Håradalen (Nilssen 2011)

6.3.4 Avløpsreinseanlegget

Håra AR er eit biologisk/kjemisk avløpsreinseanlegg som i dag er dimensjonert for 2000 PE, men med utvidingsmogelegheiter til 3100 PE. Denne reinsemetoden er vald på grunnlag av avløpsvatnet på Håra – Håradalen, samt reinsekrava som gjeld for Røldalsvatnet. Det vert nytta ein prosess der alt avløpsvatnet får lik behandling uavhengig av variasjonar i tilrenning, SBR-prosess (Biovac). Biologisk reinsing vert primært nytta for å fjerne organisk stoff, men og for fjerning av nitrogen og fosfor. Kjemisk reinsing eignar seg godt for reduksjon av fosfor, samt bidra til ein reduksjon av SS, BOF₅ og KOF. Tilsetningane vil og ved hjelp av blåsemaskin danna flokkeringar som samlast og etter kvart vil søkke til botn før reinsa avløpsvatn vert slep ut i resipient.

Avløpsreinseanlegget på Håra består av ein mottakstank med volum 163 m³ som fungerer som utjammingsbasseng for avløpsvatn som kjem inn på anlegget. Ved driftsstans vil mottakstanken og fungere som slamavskiljar og fordrøyningsbasseng. Dersom tanken vert full vil avløpsvatnet gå i overløp og verta sleppt ureinsa ut i Røldalsvatnet. Anlegget har i tillegg tre reaktorar, kor av to av desse er i drift. Dette avhenger av storleiken på tilrenninga/belastinga på anlegget. Til kvar reaktor høyrer det to pumper, to kompressorar, separate blåsemaskiner og kjemikaliepumper. På denne måten sikrar ein at systemet framleis vil fungere, sjølv om det skulle vera ein feil på ein av komponentane. Alle reaktorane opererer som sjølvstendige reinseanlegg, med tilførsel av avløpsvatn frå mottakstanken.

I funksjonsbeskrivinga av Håra AR, utarbeida av Odda Kommune/Ullensvang Kommune, får ein oversikt over korleis reinseanlegget er bygd opp og korleis reinseprosessen anlegget fungerer (Odda Kommune, 2010). Figur 17 viser ei skjematisk framstilling av reinseprosessen.



Figur 17 Reinseprosess, SBR – reaktor (Johannessen 2013)

Sjølve reinseprosessen startar ved at avløpsvatnet i mottakstanken kjem over eit bestemt nivå for start innpumping. Då byrjar ei matepumpe å pumpe avløpsvatn inn i reaktoren.

Matepumpa vil halde fram med pumpinga til reaktor nummer to, dersom stoppnivået i mottakstanken ikkje er nådd. Reaktorane som ikkje er i reinsefase, står i ventefase, klar til innpumping. Mot slutten av innpumpinga byrjar doseringspumpe. Doseringa skal vera avslutta 3 – 5 minutt før innpumpinga er ferdig.

Neste steg er reaksjonsfasen. Ved hjelp av blåsemaskiner vert oksygen tilført avløpsvatnet, slik at mikroorganismene kan bryte ned organisk materiale og næringsstoff slik som nitrogen og fosfor. Kjemikalie vert tilsett i denne fasen dersom det er ytterlegare krav om fjerning av fosfor (Biovac). Blåsemaskinene går gjennom heile reaksjonsfasen. Denne fasen er tidsstyrt og er lik for alle reaktorane. Ved eventuelle feil vil reaktoren setjast i ventefase. For å likevel kunne oppretthalde bakteriekulturen i slammet skal blåsemaskinene starte og stoppe i intervall på x minutt.

Vidare kjem luftefasen der slammet vert totalt blanda om. Mot slutten av luftefasen vert difor slammet tappa ut. Slam vert tappa ut basert på alder og tal på dagar mellom kvart slamuttak. Etter luftefasen startar sedimenteringa. I denne fasen står anlegget stille, slik at tungt slam kan søkke til botnen av reaktoren. Dette gjev låge konsentrasjonar av suspendert stoff, SS, i avløpsvatnet. Etter sedimenteringa er slam og vatn skild i reaktoren. Slammet vert fjerna gjennom slamventilen og avløpsvatnet kan tappast ut via utløpsventilen til resipienten. Under uttappingsfasen vert det tatt ut ei prøveblanding som gjev ei representativ prøve for avløpsvatnet. Det reinsa volumet avløpsvatn vert lagd til i driftsdata. Når uttappinga er ferdig står reaktorane i ventefase og impulsluftar for å kondisjonere/stabilisere slammet. Ved låg tilrenning over tid, vil anlegget gå i dvalelufting, som er impulslufting med andre intervall.

I reaksjonsfasen vil ein prøve å få dratt ut like mykje luft av anlegget som det vert tilført. Dette vert gjort for å motverke luktplager på anlegget. For å få til dette nyttar ein eit luftfjerningsanlegg med ein viftemotor som er frekvensstyrt. Frekvensen vert bestemt ut frå kor mange blåsemaskiner som går til ei kvar tid (Odda Kommune, 2010).

6.3.5 Dimensjoneringsgrunnlag for vassmengd og forureining

For å dimensjonera vassmengda som kjem til å gå i avløpssystemet må ein fyrst og fremst vite kor mange ein skal dimensjonera for, korleis ein ser føre seg ei framtidig utbygging og kor mykje vatn ein personekvivalent brukar. Så vert det lagt til ein infiltrasjonsmengde av framandvatn som ein buffer for å sørge for at kapasiteten på avløpssystemet ikkje overskridast. I dimensjoneringsgrunnlaget til Ullensvang kommune er dimensjonerande vassmengda og forureining satt til:

Spesifikk spillvatns mengde	180 l/pe*døgn
Spesifikk infiltrasjonsvassmengde	70 l/pe*døgn
Maks. timefaktor (kmaks _i)	1,5-1,7
Faktor dim. Og maks dim. Tilrenning (m)	2
Spesifikk mengde organisk stoff	60 g BOF5/pe*døgn
Spesifikk mengde fosfor	2,0 g P/pe*døgn

Det er venta størst belastning etter vinterferie og påskeferie. Då vil ein rekna med 1000 pe. Med utgangspunkt i 2,0 g Tot-P per døgn og 180 liter avløpsvatn per døgn vil avløpsvatn, utan framandvatn, innehalde fosfor rundt 11,1 mg/liter.

6.3.6 Resipienten

Røldalsvatnet fungerer som resipient for Håra AR. Vatnet er ein del av Suldalvassdraget og høyrer til vassregionen Rogaland, sjå figur 18. I utsleppstillatinga er det sett vilkår til at det skal gjennomførast overvaking av resipienten, Røldalsvatnet (Tingstad, 2008). Prøva for overvaking av moglege forureining vert tatt nede i strandsona ved Røldalsvatnet. Det vert ikkje tatt prøvar vinterstid grunna snø og is. Parameter som vert vurdert er temperatur, TKB, pH, leidningsevne, KOF, Tot – N, Tot – P, fosfat og TOC₅. Analysar av prøvane viser at nivået av organisk stoff og fosfor er litt høgt. Det er moglege at resipienten vert påverka av tilførselen av organisk stoff og fosfor frå Håra AR, men grada av påverknad er vurdert som låg. Prøvepunktet vert klassifisert i beste tilstandsklasse med omsyn på nitrogen, KOF og TOC. For TOT – P vert punktet klassifisert i tilstandsklasse 2, vedlegg C (Ullensvang Kommune 2020)



Figur 18 Røldalsvatnet, resipienten, ovanfor utsleppspunktet frå Håra AR (Nilssen 2011)

6.3.7 Utsleppskrav

For Håra AR vil kap. 14 i forureiningsforskrifta vera gjeldande, då dimensjonerande belastning for avløpsreinseanlegget overstig 2000 PE (Forurensingsforskriften 2007). Røldalsvatnet, resipienten, vert betrakta som eit følsamt område, jfr. Forurensingsforskriften (Nilssen 2011). Etter forureiningsforskrifta vil eit område med større belastning enn 2000 PE og med resipient innanfor følsamt område, få eit krav om sekundærreising og fosforfjerning. Fjerning av 70 % av organisk stoff, samt over 90 % av partiklane, er ein reinseprosess som normalt består av ein kombinasjon av kjemisk og biologisk reinsing.

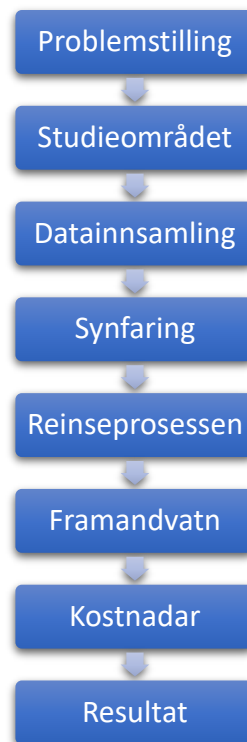
Då vert desse krava til reinseffekt/utsleppkonsentrasjon gjeldande:

Organisk stoff (BOF ₅)	≥ 70 % eller ≤ 25 mg O ₂ /l ved utslepp
Organisk stoff (KOF)	≥ 75 % eller ≤ 125 mg O ₂ /l ved utslepp
Totalfosfor (Tot – P)	≥ 90 %

Det skal takast minimum 12 prøvar per år og 10 av 12 prøvar må oppfylle reinsekrava, dette gjeld organisk stoff. Utsleppskonsentrasjonane av for BOF₅ og KOF skal ikkje overstiga kravverdiane med meir enn 100 %. Reinseffekten for total fosfor skal ein berekna som årleg middelvei av det som vert tilført reinseanlegget (Nilssen 2007).

Del 3 Arbeidsmetodikk

7 Metode



7.1 Problemstilling

«Korleis påverkar dagens reinseprosess og mengda framandvatn reinseffekten og -resultat ved Håra Avløpsreinseanlegg?»

Ullensvang Kommune slit med å oppfylle alle reinsekrava på Håra AR. Framandvatn og reinseprosessen er viktige faktorar som spelar inn om reinseanlegget skal klare å nå eit tilfredsstillande resultat. For å kunne svare på problemstillinga skal denne oppgåva sjå på framandvassmengda som kjem inn på anlegget og vurdere kor mykje framandvatnet påverkar reinseprosessane. Det skal og vurderast om reinseprosessen fungerer optimalt, eller om det kan gjerast endringar som kan betre prosessen.

7.2 Gjennomføring

7.2.1 Val av studieområde

Då eit samarbeid med Ullensvang Kommune byrja vart det presentert fleire ulike oppgåver ein kunne ta del i. Mest interessant var problema dei hadde med reinsing og framandvatn på dei to, nokså nye, reinseanlegga Håra AR og Seljestad AR. Etter nærare samtalar vart det bestemt å fokusere på Håra AR. Det var her dei hadde dei største utfordringane og då fekk ein avgrensa oppgåva til eit område.

7.2.2 Lokasjon

Håra AR ligg nedst i Håradalen på ca. 420 moh, sjå figur 12 . Høgste punkt til nedbørsfeltet er Elvershei på 1374 moh, øvst i dalen.

Utbygginga i Håradalen skyldast gode snøforhold og lang vintersesong som gjer at mange ynskjer seg hytter og mogelegheiter til å stå og gå på ski.

Det er mykje nedbør i dette området då dette ligg like vest for Haukelifjell som skil Noreg i aust og vest. Skyer som kjem frå kysten vil gjerne «stoppe» opp her og det vil samle seg mykje nedbør.

Det ligg likevel sopass langt inn i landet og høgt over havet at mykje av området får nedbøren som snø. Snøen kjem stort sett i oktober-november og ligg til mai. Difor vil det vera større påverknad på vasstand i området når det er vår og snøsmelting, og eventuelt om hausten før minusgradene kjem.



Figur 19 Frå Røldal Skisenter og ned mot Røldalsvatnet (resipient), (Røldal Skisenter)

7.3 Metodar for datainnsamling

For å svare på problemstillinga vert det i oppgåva gjort ei vurdering av omfanget av framandvatn og kva rolle framandvatn spelar for reinseprosessen. Det vert og sett på om reinseprosessen fungerer optimalt, eller om ein kan gjera endringar for å betre denne. For å få til dette krevst det eit godt samarbeid med kommunen. Det betyr ei brei og open informasjonsinnhenting. For å skaffe den nødvendige informasjonen har det vorte gjennomført fleire møter med tilsette ved VA – avdelinga i kommunen. Verksemdsleiar for teknikk og miljø, avdeling. vann og avløp, Gunnvor Dagestad, rådgjevar for teknikk og miljø, Torstein Backer-Owe og driftsoperatør på reinseanlegget, Torgeir Lutro, har vore kontaktpersonane våre i kommunen. Desse har svart på relevante spørsmål som omhandlar problema knytt til reinseanlegget. Dei har bidratt med kunnskap og forslag til løysingar som kan bidra til å svare på problemstillinga. I tillegg har dei gjeve oss tilgang relevant informasjon som handlingsplanar, søknadar, årsrapportar, driftsjournalar og prøvar på reinseanlegg og i resipient. Dette datamaterialet frå kommunen har vorte gjennomgått grundig og analysert. For å få anna nødvendig data har me i tillegg vore på synfaringar med Torgeir Lutro på reinseanlegget på Håra, og i kummar langs leidningsnettet i Håradalen. I tillegg har me vore litt i kontakt med Hogne Høysæter og Oscar Lidholm frå COWI, som jobbar med problema med reinsing på Håra AR, høvesvis framandvatn og reinseprosessen

Det meste av data i oppgåva kjem frå kommunen, men det er og henta informasjon om nedbør, snømengd og temperatur frå dei aktuelle periodane både frå yr.no og NEVINA. Ved å sjå desse i samanheng kan ein sjå om det er trendar i mengder avløpsvatn og reinsing som går att. Elles har ulike rapportar frå Norsk Vann vorte nytta flittig gjennom heile oppgåva.

Det har vore avgrensingar knytt til kartlegging av framandvassmengd basert på eigne målingar. Medverkande årsak til avgrensinga er arbeidsmengd, tid, utstyr og vêrforhold. Fordi området knytt Håra AR er dekkja av snø frå november/desember til april/mai vart det vanskeleg å samle inn eige data frå leidningsnettet, og undersøkje eventuelle lekkasjar for framandvatn over ein lengre periode.

7.4 Synfaring på Håra – Håradalen

Som ein del av arbeidet med oppgåva har me gjennomført to synfaringar saman med driftsoperatør, Torgeir Lutro. Fyrste møte var 11. februar. Då fekk me omvising på reinseanlegget på Håra. Me fekk ein gjennomgang av reinseprosessen, korleis drifta er i dag og kva utfordringar reinseanlegget slit med. Det vart sett på nokre driftsjournalar og samanhengar mellom overløp og nedbør. Ulike teoriar og tiltak knytt til framandvassproblematikken vart og diskutert. Grunna snø og is vart det ikkje mogeleg å sjekke kummar og leidningsnett på denne synfaringa. For å likevel få ei viss oversikt vart leidningsnettet i Gemini VA, kommunens leidningsnettdatabase, studert.

Synfaring nummer to vart gjennomført 28. april saman med Torgeir Lutro og Hogne Høysæter frå COWI. Saman hadde me ein gjennomgang på kva me tenkjer kan vera årsak til dei store mengdene avløpsvatn, og kva ein bør undersøkje for vidare kartlegging. Denne dagen vart fleire kummar undersøkt frå nedst ved Håra AR og opp til Røldal Skisenter. Denne dagen var det ingen nedbør og det hadde heller ikkje vore nedbør på god stund føre synfaringa.

I tillegg til desse to synfaringane ville me prøve å få til ei tredje synfaring. Då ville me undersøke dei same kummane som tidlegare, men gjerne ein dag med mykje nedbør, og helst nedbør over fleire dagar. Dette for å kunne samanlikne vatn i kummane frå ein tørrvêrs- og nedbørsperiode.

7.5 Reinseprosessen på Håra AR

Reinseprosessen er ein omfattande prosess som krev tid og kompetanse å setje seg inn i. I mangel på tid og kunnskap er det vanskeleg å gjere ei vurdering på om reinseprosessen fungerer optimalt eller ikkje. Det er difor og vanskeleg å kome med konkrete tiltak for å betre prosessen. Med bakgrunn i god dialog med kontaktpersonar i kommunen og COWI, samt data frå kommunen, har me likevel gjort ei vurdering og fått ei oversikt over kva hovudproblemet ved reinseanlegget er.

Ved å analysere data frå kommunen kan ein finne ut kor godt avløpsvatnet er reinsa, samt kor ofte reinsa avløpsvatn ikkje er innføre reinsekrava. I tillegg kan ein finne ut kva stoff reinseanlegget slit med å halde seg innføre krava på. Om det til dømes er problem med både den biologiske og den kjemiske reinsinga, eller om det er eit einskild stoff som skil seg ut. Ut frå dette må aktuelle tiltak vurderast og setjast i verk.

Slik reinseprosessen er i dag tek det ca. 6 timar frå avløpsvatnet vert pumpa frå mottakstanken til det vert tappa ut att, sjå tabell 13. Mengda kjemikalier er førehandsinnstilt og gjev 250 g/m³ i innpumpinga før det er luft/reaksjonsfase, sedimentering og uttapping. Er det stor til renning av avløpsvatn til anlegget vil reaksjonsfasen varta halvert til 90 min for å handtere mengdene. Det har seg likevel slik at ved nedbør går avløpsvatnet ofte i overløp, ifølge driftsoperatøren på reinseanlegget.

Tabell 13 Tidsbruk på ein reinsesyklus på Håra AR

Tid [min]	Reinseprosessen på Håra AR
35 – 40	Avløpsvatn, ca. 21-22 m ³ , vert pumpa frå mottakstank til reaktor Kjemikaliepumpa startar etter 2 min og tilsett ca. 250 ml/m ³
180	Luftefase/Reaksjonsfase
120	Sedimenteringsfase
20 – 30	Uttapping av reinsa avløpsvatn, ca. 18m ³
Total tid per reinseprosess er ca. 6 timar	

7.6 Berekning av framandvassmengd på Håra AR

I dag vert det ikkje gjort målingar på mengda framandvatn som kjem inn på reinseanlegget. Men mengda framandvatn kan estimerast og bereknast på ulike måtar. Det er ofte vanskeleg å anslå mengda framandvatn då dette vil variere med tid, stad og kva berekningsmetode ein vel å bruke (Karstensen 2015). Nokre vanlege metodar er:

- Del framandvatn per total vassføring
- Del framandvatn per spillvassmengd
- Volum framandvassinntrenging per tid og lengde leidning
- Fortynningsgradmetoden

I denne oppgåva er det fortynningsgradmetoden som vert brukt for å berekne framandvassmengda på Håra AR.

7.6.1 Fortynningsmetoden

Når ein kjenner til forbruket av vatn per person, og ca. kor mange personar som er forbrukarar vil ein kunne forspeile seg kva venta konsentrasjon av TOT-P i innløpet til reinseanlegget vil vera. Om ein måler ein lågare TOT-P enn venta vil det tyda på at det er mykje framandvatn i avløpssystemet.

Fortynningsmetoden baserer seg på tre faktorar:

- 1) Mengda fosfor ein person produserer i snitt per døgn, P_{pd} [mg/pd]
- 2) Mengda vatn ein person bruker per døgn, Q_a [l/pd]
- 3) Konsentrasjonen av den totale fosforen i innløp, TOT-P

Framandvatnet (FV%) kan derfor reknast ut frå formelen (Lindholm og Bjerkholt, 2011):

$$FV\% = \left(1 - \frac{Q_a \cdot C_i}{P_{pd}}\right) * 100$$

der,

FV = framandvatn i reinseanlegget [%]

P_{pd} = produsert fosfor (Tot – P) per personeining og døgn [mg/PE døgn]

c_i = konsentrasjon av Tot – P i innløpet i reinseanlegget

Q_a = mengda produsert avløpsvatn per person og døgn [l/PE døgn]

7.7 Kostnadar knytt til reinseanlegget

Å finne kostnadane for drifta av Håra AR var ikkje så enkel. I Ullensvang Kommune har dei ein økonomi samla for alle anlegga sine. Difor har dei ikkje klare tal på kor mykje utgifter ein har til kvart enkelt anlegg, som til dømes:

- Driftsoperatør, og eventuelle ekstra turar dersom det er alarmer/feil
- Kjemikaliebruk
- Energiforbruk
- Slamtømming

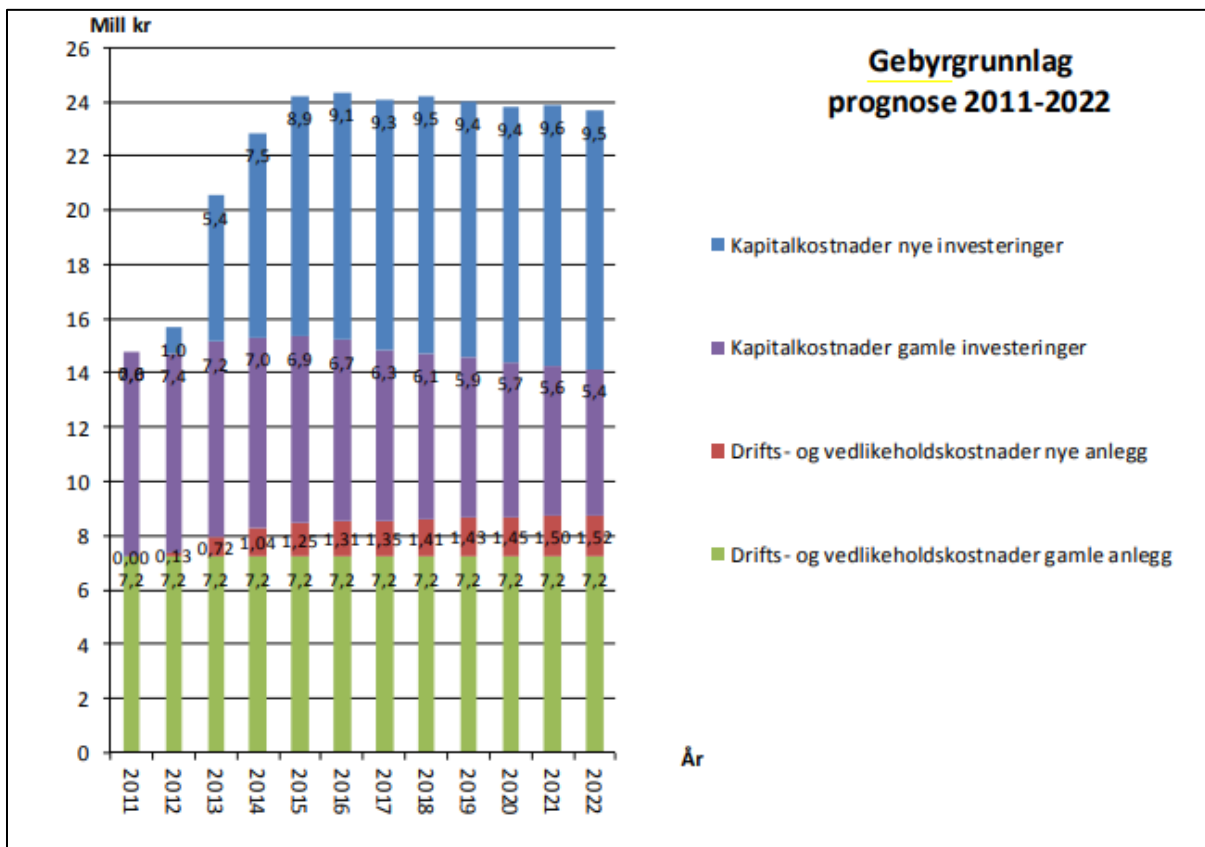
Alle kostnadane, kapital, investering, drift og vedlikehald, i planperioden frå 2011 – 2022, vert dekkja av gebyr som abonomentane betaler. Etterslepet på vatn og avløpsleidingane i kommunen er stort, og det er difor fokus på å halde investeringstrykket til fornying av leidingar på eit høgt nivå (Nilssen 2011).

I planen la dei fram eit mål for økonomien, samt eit gebyrgrunnlag prognose for perioden:

Mål 5: Alle drifts- og kapitalkostnadene skal i planperioden dekkas ved tilknytningsgebyr og årsgebyr. Årsgebyret skal være lavere enn landsgjennomsnittet.

Figur 20 Mål for økonomi i kommunedelplanen for avløp 2011 – 2022 (Nilssen, 2011)

Dei omfattande tiltaka som planen legg opp til, vil føre til ei auke i årsgebyret til eit nivå som ligg om lag 50 – 60 % over dagens nivå, sjå figur 21. Det vart lagd opp til ei årleg aukeing på om lag 10 % dei 4 – 5 fyrste åra.



Figur 21 Gebyrgrunnlag prognose i kommunedelplanen for avløp 2011 – 2022 (Nilssen, 2011)

8 Resultat

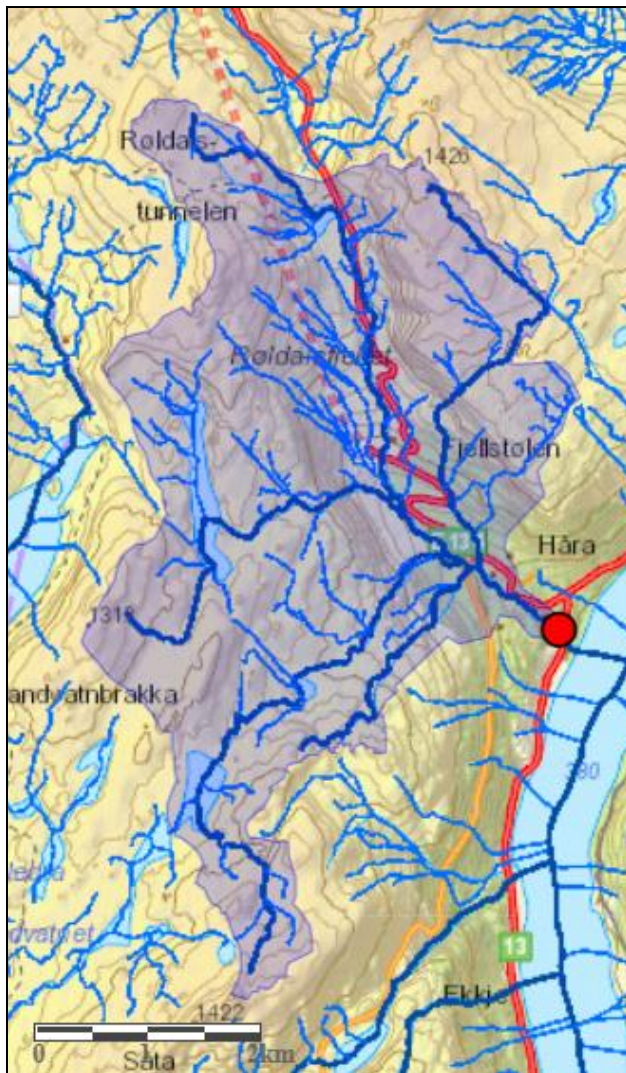
8.1 Nedbør og nedbørsfelt

Ifølge yr.no er årsnedbøren rundt 2313 mm fordelt på 213 døgn i snitt dei fem siste åra, sjå tabell 14 (Yr.no 2021).

Tabell 14 Oversikt over nedbør i Røldal (yr.no, 2021)

År	Nedbør totalt i [mm]	Nedbørsdøgn
2015	2951	234
2016	2120	206
2017	2879	224
2018	2213	175
2019	2211	224
SNITT denne perioden	2475	213
Snitt Yr	2313	

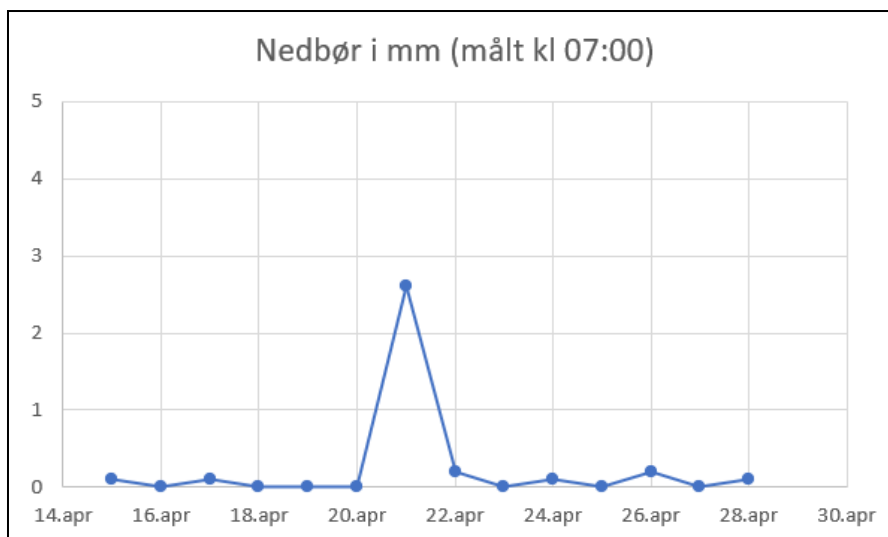
Ved bruk av karttenesta NEVINA, nedbørsfelt og vassføringsindeksanalyse, har nedbørsfeltet, feltparameterar og indeksar for Håra AR vorte berekna, vedlegg D. Figur 22 viser nedbørsfeltet for vald punkt, Håra AR.



Figur 22 Generert nedbørsfelt for Håra AR (NEVINA 2021)

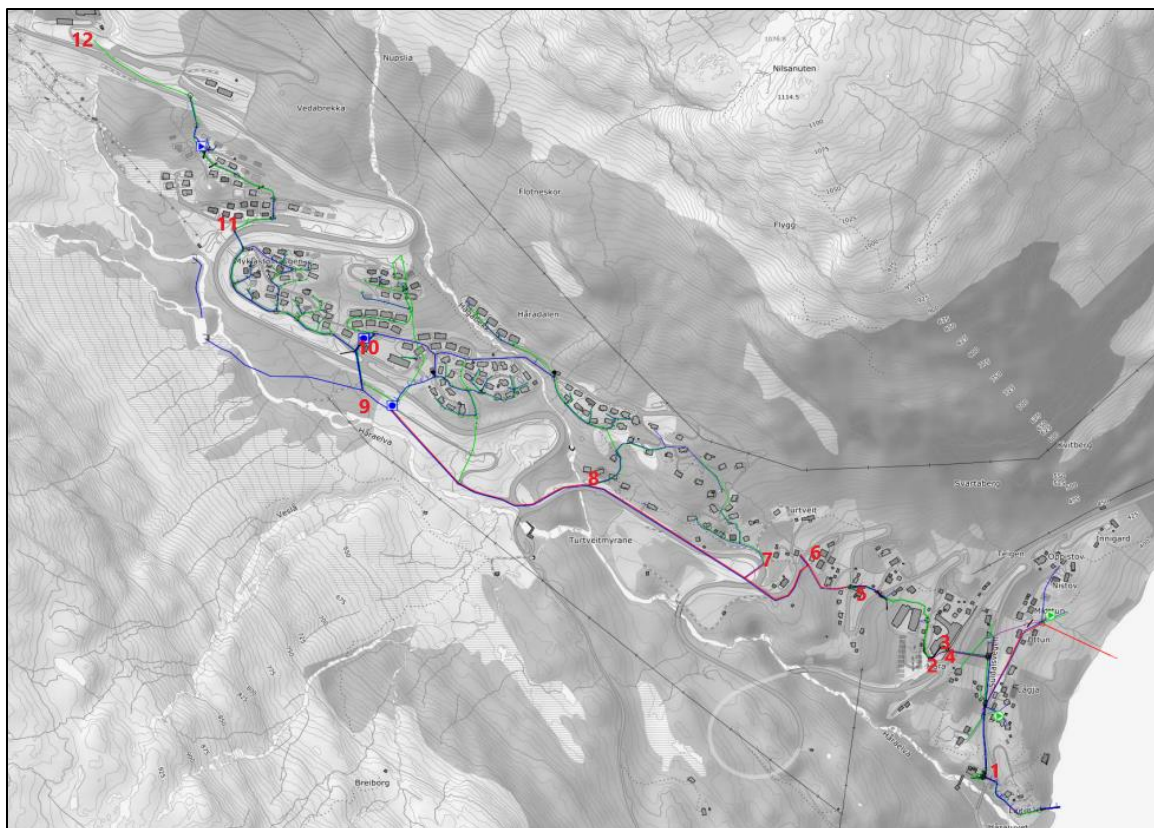
8.2 Synfaring Håra – Håradalen

Det vart gjennomført ei synfaring onsdag 28.april. Tal frå yr.no viser at det kom svært lite nedbør i perioden før synfaringa, sjå figur 23. Tala er frå ein målestasjon i Røldal, men skilnadane i nedbør i desse områda vil vera av uvesentleg storleik, og me har vald å nytte desse tala. I tillegg vart synfaringa gjennomført på ein vekedag, eit par veker etter påske. Då reknar ein med at det er lite folk i hyttefeltet i Håradalen, og dermed lite avløpsvatn i avløpsleidningane.



Figur 23 Nedbør målt i mm frå 15.april – 28. april i Røldal 2021 (yr.no)

Det vart sjekka fleire kummar frå botnen av dalen og heilt opp til skisenteret. Det viste seg og vera god gjennomstrøyming heilt til punkt 12, øvst ved skisenteret. Dette kan tyda på at det kan vera lekkasjar eller feilkoplingar i den øvste delen av hyttefelta, med dette er berre tankar som vart gjort etter desse observasjonane. Figur 24 gjev ei oversikt over kummar som vart opna, samt andre funn som vart gjort under synfaringa.



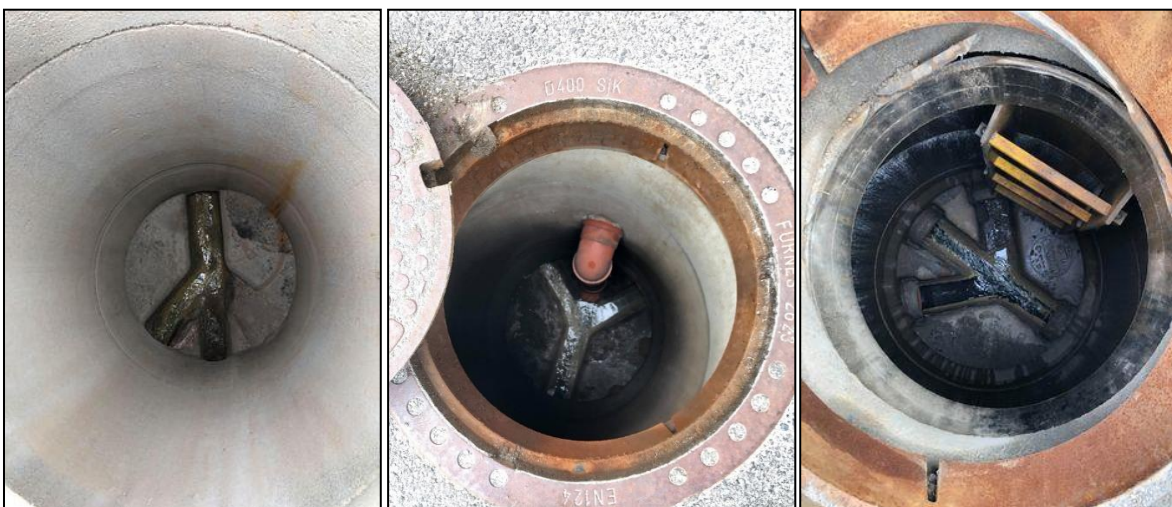
Figur 24 Oversikt over kummar som vart opna og andre funn på synfaringa i Håradalen 28.april
(Ullensvang Kommune 2021)

Punkt 1 ligg rett utføre reinseanlegget, og er konstruert med eit V – overløp. I kummen rann det godt med vatn, om lag 2 l/s i følgje driftsoperatøren frå kommunen. Ovanfrå såg vatnet relativt klart og reint ut, og det kom heller ikkje store partiklar rennande med avløpsvatnet. Ut frå nedbørsmengda dei føregåande dagane og meiningar om lite i hyttefelta, skulle leidninga nesten vore tørr. Dette styrkar teorien om at det er feilkoplingar og lekkasjar på leidningsnettet.



Figur 25 Viser kum med V – overløp utføre reinseanlegget, punkt 1

Punkt 2, 3 og 4 ligg ved Hordatun Hotel. Denne delen av avløpsnettet er relativt ny då desse leidningane vart lagde i 2008, i samband med utbygginga av nye Hordatun Hotel og Panorama. I desse kummane kunne ein sjå at det rann likt som ved fyrste kummen. Kummen i midten viser korleis hotellet er kopla på, og at det boritmot ikkje er noko tilrenning frå hotellet på dette tidspunktet. Vatnet som renn i botn, kjem frå leidningane som vert ført oppover gamle Håra-vegen, og vidare oppover i dalen.



Figur 26 Viser kum, punkt 2

Figur 27 Viser kum, punkt 3

Figur 28 Viser kum, punkt 4

Punkt 5 skulle vera skilje mellom det gamle og nye leidningsnett. Det viste seg at det ikkje var og det er difor knytt stor usikkerheit til kor langt opp det faktisk er lagd nye røyr. Ein veit heller ikkje kvar den gamle fellesleidninga som strekker seg frå Håradalen, forbi Turtveitmyrane, til Håravegen/Hordatun, startar og sluttar, sjå figur 24. Men ein kan sjå at det renn godt i botn av leidningen her og.

Punkt 6 viser ein gamal kum med ei vassleidning som ikkje er i bruk. Kommuen manglar data på denne kummen. Det er ikkje data på når den er bygd, kven som er kopla på eller kvar leidningane går. I dette området leita me etter ein kum markert på leidningsnettkartet, som skulle vore ein del av det gamle leidningsnett. Denne kummen fann me ikkje.



Figur 29 Viser kum, punkt 5

Figur 30 Viser gamal kum for vassleidning, punkt 6

Punkt 7 viser ein kum som ligg i Turtveitsvingen. I denne kummen rann det og godt. Om det regnar mykje i ein periode, hender det at avløpsvatnet flyt over kummen og renn utover området ved Turtveitsvingen.



Figur 31 Viser kum, punkt 7

Figur 32 Viser kummen i Turtveitsvingen, punkt 7

I punkt 8 vart det og opna ein kum, der det rann godt. Her la me og merke til at det drypte godt frå ringen i toppen av kummen. I tillegg pipla det opp vatn frå grusen rundt kummen. Dette tydar på at det i dette området var/er mykje vatn i grunnen. I områder der grunnvasspegelen ligg høgare enn leidningane i grøfta, vil det kunne lekke vatn inn på leidningane.



Figur 33 Viser kum, punkt 8

Figur 34 Viser vatn som drypp frå ringen øvst på kummen, punkt 8

Figur 35 Viser vatn som kjem opp frå grusen, punkt 8

I punkt 9 skulle det ligge ein kum av interesse, men på grunn av snø i området var det ikkje mogeleg å finne kummen denne dagen. Leidningskartet frå Gemini VA viser at den gamle

fellesleidninga sluttar ved denne kummen, sjå figur 24. Vidare oppover frå denne er det lagd nye avløpsleidningar til hyttefelta. Alle leidningar ovanfor punkt 9 er frå tidlegast 2008. Det hadde difor vert interessant å funne og inspisert denne kummen som mest sannsynleg er ein felleleidning og ein del av det gamle leidningsnettet.



Figur 36 Viser snødekket område der me ikkje klarte å lokalisere kummen, punkt 9

Vidare oppover i **punkt 10 og 11** kunne me sjå at det framleis rann godt i leidningane. Dette til tross for at denne delen berre består av relativt nye avløpsleidningar i separatsystem. I begge desse kummane kunne me sjå at det var ei rekkje tilkoplingar, men at vatnet som rann gjennom leidningane kom frå leidninga som vart ført vidare oppover på leidningsnettet, og ikkje i tilkoplingane frå hyttefelta.



Figur 37 Viser kum, punkt 10

Figur 38 Viser kum, punkt 11

Til slutt kom me til **punkt 12**, ved øvste parkering i Røldal Skisenter. Fyrst her var gjennomstrøyminga av avløpsvatnet merkbart mindre. Her låg tilrenninga på eit nivå som var naturleg i forhold til nedbør og folk i hyttefeltet på det gitte tidspunktet. Dette kan tyda på at det kan vera lekkasjar eller feilkoplingar i det øvste hyttefeltet, felt – S, sjå figur 16. Dette er berre tankar som vart gjort ut frå observasjonane under synfaringa.



Figur 39 Viser kum øvst i skisenteret, punkt 12

8.3 Reinseprosessen

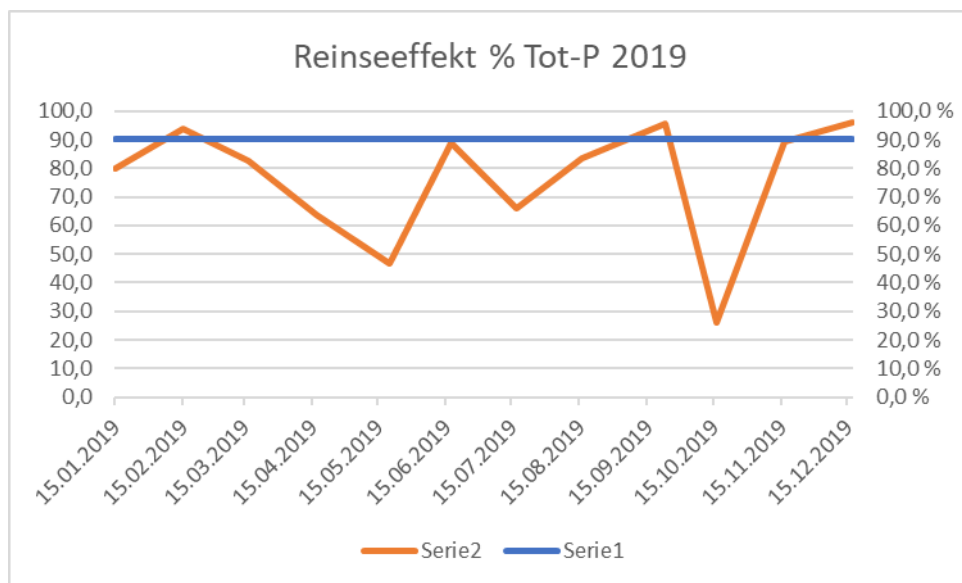
Slik reinseprosessen er i dag tek det ca. 6 timar frå avløpsvatnet vert pumpa frå mottakstanken til det vert tappa ut att til resipient. Kjemikaljar vert tilsett i innpumpinga og lufta før sedimentering. Er det stor til renning av avløpsvatn til anlegget, vil reaksjonsfasen verta halvert til 90 min for å handtere mengdene. Det har seg likevel slik at ved nedbør går avløpsvatnet ofte i overløp, ifølge driftsoperatøren til kommunen.

8.3.1 Fosfor

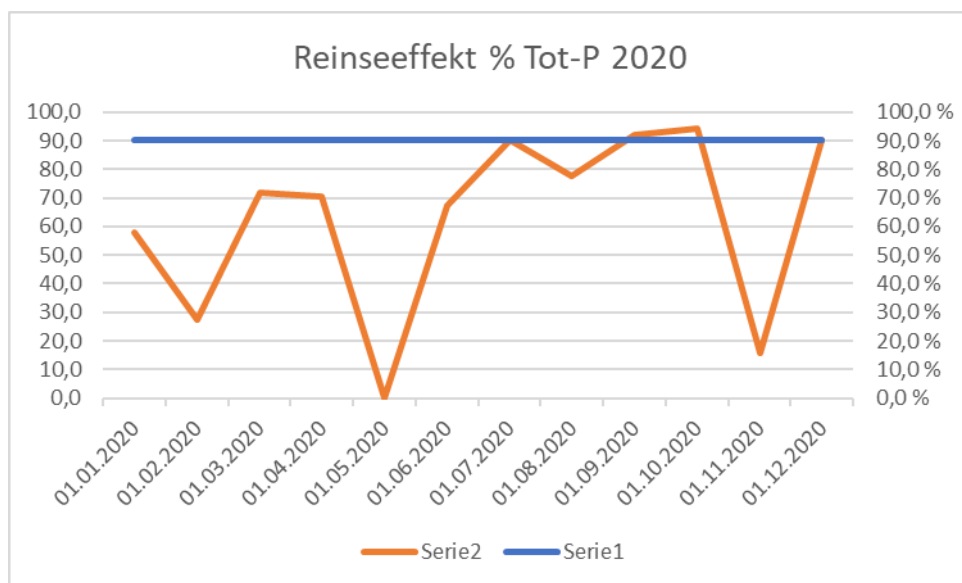
Fosfor er eit viktig grunnstoff for alt liv, og førekjem difor i det biologiske avfallet på avløpssystemet (snl.no, 2021). Denne fosforen ynskjer ein å fjerne mest mogeleg av frå avløpsvatnet då utslepp at dette kan føre til oppblomstring av algar i resipient og påverka fiskebestand og økologi rundt (Øgaard et. al, 2012). Det er også etterspørsel av blant jordproduksjon rundt om i verda, og ved å felle fosforen som slam kan ein bruka detta til gjødsel.

I dag er kravet at utsleppskonsentrasjonen av fosfor skal vera minst 90 % mindre enn det som kom inn til reinseanlegget Det som kom inn (Ullensvang Kommune, 2010)??

På Håra AR har dette vist seg vanskeleg å oppnå. Ved å sjå på figur 40 og 41 ser ein at reinseffekt% av fosfor (serie 2) ligg mesteparten under kravet om 90 % reinsing (serie 1).



Figur 40 Reinseffekt av fosfor 2019



Figur 41 Reinseffekt av fosfor 2020

8.3.2 Tiltak

For å oppnå tilfredsstillande reinsekrav på Håra AR må ein kartlegge, analysere og gjere ei vurdering av kva som er hovudårsaka til at ein ikkje klarer å halde seg innføre krava. Når ein får oversikt over problema ved reinseanlegget kan ein byrje å vurdere reinseprosessen og korleis ein kan betre reinsinga, kva tiltak som kan og bør setjast i verk. Reinsinga kan til dømes betrast betrakteleg ved å endre på drifta ved reinseanlegget. Oscar Lidholm, frå COWI, kom med forslag om å dosere fellingskjemikalie i slutten av luftefasen eller heve nivået for

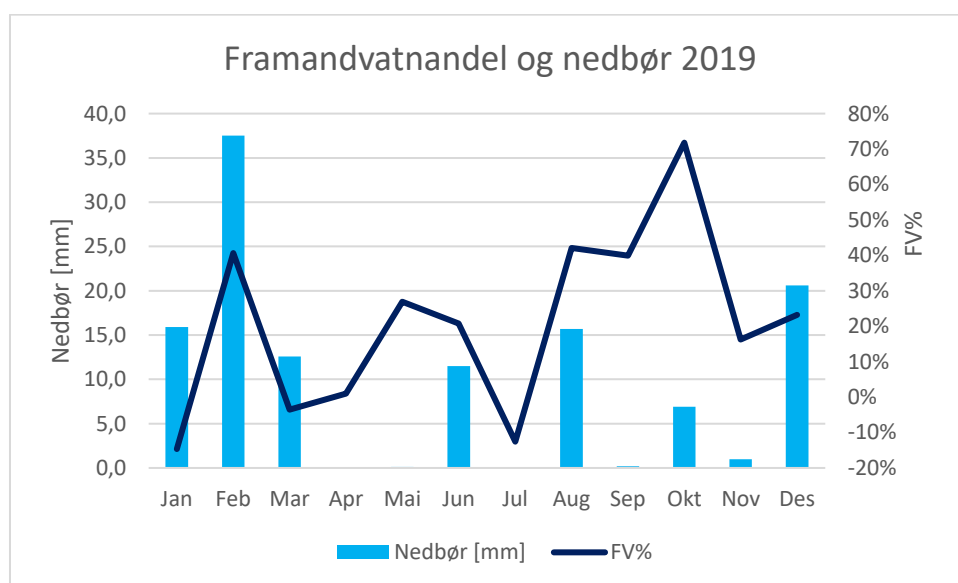
dekantering, at ein trekk ein klar fase frå toppen, sjå figur 17. Eit anna tiltak som er oppe for vurdering er å ta den siste reaktoren i drift. På Håra AR er det bygd tre reaktorar, men i dag er berre to av desse som er i drift.

8.4 Framandvatn

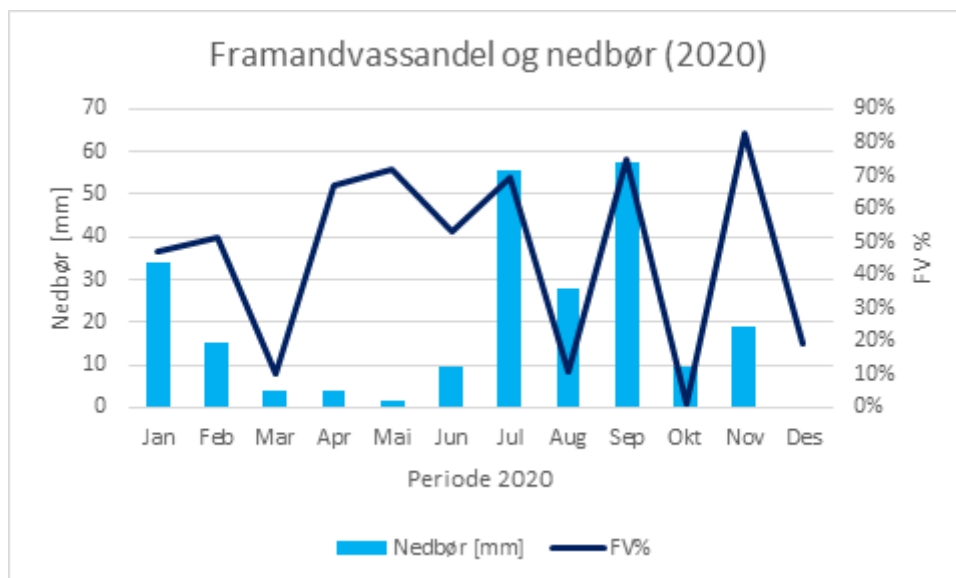
8.4.1 Mengd

Ved å bruke fortynningsmetoden fekk ein laga seg ein oversikt over kor mykje framandvatn (i %) det kan vera i avløpsvatnet. Ved å setje desse utrekningane saman med nedbøren kan ein sjå samanheng mellom mengde nedbør og auke avløpsvatn i avløpssystemet.

I figur 38 viser søylene nedbøren som er komen like før målingane er gjort og FV% utrekna basert på mengda fosfor i innløpet til reinseanlegget. Ein kan og utifrå figuren sjå at framandvassandelen er høg i perioden mars-juni, kor snøsmeltinga er i gong, og det er lite nedbør. Ein grunn til dette kan vera innlekkingar frå overvatn i bakken, eller eventuelle feilkoplingar mellom noko systema for overvatn.



Figur 42 Oversikt over samanheng mellom nedbør og mengde framandvatn 2019, vedlegg I



Figur 43 Oversikt over samanheng mellom nedbør og mengde framandvatn 2020, vedlegg H

8.4.2 Tiltak

Det vil nesten alltid vera gunstig å redusere mengda framandvatn på leidningsnett. Ein sjå på leidningsnettet på Håra – Håradalen. Ein må vurdere alder, tilstand og materiale. Det vil vera lurt å gjere eit godt og grundig forarbeid med kartlegging og søk etter framandvatn. Då kan ein klare å lokalisere kvar og kva problemet er. Klarer ein å finne årsaka, kan ein setje i gong med dei rette framandvassreduserande tiltaka, som igjen vil vera tid- og kostnadssparande.

På Håra kunne ein starta med og sjekke S – feltet, øvst i Håradalen for feilkoplingar, sjå figur 16. Her var det merkbare forskjellar på gjennomstrøyminga frå punkt 12 til punkt 11, sjå figur 24. Vidare kunne ein sjekka den gamle avløpsleidninga ovanfor Håravegen, markert med lilla på figur 16. Her var det i 2010 registrert innlekking av relativt store mengder vatn ved nedbør. Det har ikkje vorte gjennomført noko kontroll av denne innlekkinga i seinare etter denne registreringa. Til slutt kunne ein sjekka avløpsleidninga frå Håradalen, forbi Turtveitmyrane og ned mot Håravegen/Hordatun, sjå figur 15. Her ligg det ei leidning etablert med fellessystem frå 1974. Leidningar med fellessystem er ofte vanlege kjelder til framandvatn, og denne leidninga nærmar seg 50 år gamal.

8.5 Kostnadar

Ullensvang Kommune, har som nemnd tidlegare, berre ei felles oversikt over økonomien til alle reinseanlegga i kommunen. Me har difor heller ikkje funne kostnadane knytt til Håra AR. Kostnadane vert dekkja av årsgebyr og tilknytingsgebyr som vert dekkja av abonnementane.

Dersom det vert sett i gong ulike tiltak som kan vera med å løyse problematikken rundt reinsekraft og framandvatn på reinseanlegga i kommunen, vert dette dekka ved å auke gebyra.

I kommunedelplanen for avløp 2011 – 2022 har kommunen lagd fram tal for avløpstjenestene i kommunen i 2009, og samanlikna dei med andre kommunar, sjå tabell 15. I same plan hadde kommunen eit mål om at årsgebyret skulle vera lågare enn landsgjennomsnittet.

Tabell 15 KOSTRA – tal for avløpstjenestene i 2009 (Nilssen, 2009)

I. Avløp - nivå 2	1228 Odda kommune	Gj.snitt kommune-gruppe 12	Gj. snitt Hordaland	Gj. snitt alle kommuner
Prioritering				
Finansiell dekningsgrad	91	96	94	102
Selvkostgrad	95	97	100	100
Andel av befolkningen som er tilknyttet kommunal avløpstjeneste	91	78,2	80,8	84,4
Andel av husholdningsabonnentene på avløp som har installert vannmåler	15	18	6	26
Produktivitet / enhetskostnad				
Gebyrinntekter per innbygger tilknyttet kommunal avløpstjeneste (kr/tilkn.innb)	1698	1183	1106	1278
Gebyrgrunnlag per innbygger tilknyttet kommunal avløpstjeneste (kr/tilkn.innb)	1863	1241	1216	1250
Gebyrgrunnlag per belastningsenhet (kr/kg tot-P)	2931	1699	2037	1905
Andel driftsutgifter av gebyrgrunnlaget	59	70	71	70
Andel kapitalkostnader av gebyrgrunnlaget	51,6	32,8	32,3	34
Andel andre inntekter av gebyrgrunnlaget	11	3	4	4
Driftsutgifter per innb. tilknyttet kommunal avløpstjeneste	1107	854	898	871
Årsgebyr for avløpstjenesten (gjelder rapporteringsåret+1)	2339	2522	2648	3101
Tilknytningsgebyr avløp - én sats (gjelder rapporteringsåret+1)	:	8420	10743	10349
Tilknytningsgebyr avløp - lav sats (gjelder rapporteringsåret+1)	6000	7978	11750	8954
Tilknytningsgebyr avløp - høy sats (gjelder rapporteringsåret+1)	40000	22750	26854	20510
Årsgebyr for septiktømming (gjelder rapporteringsåret+1)	1000	1259	951	1205

I slutten av 2020 la rådmannen i Ullensvang Kommune fram eit forslag til Årsbudsjett 2021 og Økonomiplan 2021 – 2024 (Jondahl, 2020). I denne nye planen vert utfordringar i perioden 2021 – 2024 presentert. Kommunen slit med eit stort etterslep på vass- og avløpsleidningane, og vil difor fokusera på å halda trykket oppe når det kjem til investeringar knytt til fornying av desse leidningane.

I den vedtekte økonomiplanen, som samsvarer med forslaget frå rådmannen, kjem det fram at årleg auke i årsgebyr i 2021 – 2024 vert på 1 % og årleg auke i årsgebyr i 2025 – 2030 vert på 3 % (Teigenes, A. 2020). Kommunen vil ha eit stort investeringsnivå på dette området dei komande åra og som eit resultat vil gebyra i kommunen verta noko høgare enn landsgjennomsnittet.

Del 4 Avslutning

9 Diskusjon

9.1 Vurdering av metode

Planen for gjennomføring av denne oppgåva var å vurdere problema knytt til reinsing av avløpsvatn på Håra AR, ved å ta utgangspunkt i tidlegare målingar, erfaringstal, planar og teori. Datainnsamlinga føregjekk gjennom personar tilsett i vann og avløp i Ullensvang Kommune, samt fagpersonar frå COWI. Avslutningsvis skulle tiltak som kan bidra til betre reinseffekt og resultat presenterast.

Ullensvang Kommune må gjere tiltak for å klare og nå reinsekrava som er gitt av Fylkesmannen, og reduksjon av framandvatn vil vera ein aktuell plass og starte. Framandvatn på leidningsnettet er eit problem mange kommunar slit med, og som påverkar reinseprosessen. Det er gjort få studie på framandvatn, og mange kommunar står difor på bar bakken, med manglande kompetanse og for lite fokus på problemet. Tanken bak oppgåva var at me skulle sjå på problemet i sin heilheit. Det ville vorte for tid- og ressurskrevjande og byrja med søk etter framandvatn. Det var heller ikkje mogeleg for oss å byrje og gjere endringar på reinseprosessen. Det har ikkje me faglege kompetanse til, og det ville krevst mykje meir av tid og ressursar av kommunen. Det har vore vanskeleg å hente ut konkrete resultat, då det er gjort svært få målingar, og kommunen er sjølve heilt i startfasen når det gjeld dette problemet. Dette har gjort at oppgåva er basert på observasjonar av oss og fagpersonar i kommunen som vidare gjev eit grunnlag for kva som kan vera årsak til problema og kva ein bør gjera vidare.

9.1.1 utfordringar undervegs

Det har i arbeidet med denne oppgåva vist seg at problematikk knytt til reinsekrava er eit samansett problem utan ei konkret løysing. Ein må gå systematisk til verks både når det gjeld kartlegginga av framandvatn, men og når det gjeld eventuelle endringar i reinseprosessen. Målet er å finne ein balanse som gjev best reinseresultat. Det er tydeleg at framandvatn er ein medverkande årsak til at Håra AR slit med reinsekrava. Likevel er det vanskeleg å estimere kor stor betydning framandvatnet har for reinseprosessen då det er for smal kompetanse og data om emnet.

Studieområdet

Å velja Ullensvang Kommune og Håra Reinseanlegg har vist seg i ettertid å vera meir utfordrande enn fyrst venta. Dette på grunnlag av den valde problemstillinga og problematikken knytt til framandvatn på avløpsnettet. Det var vanskeleg å samanlikna med andre kommunar og reinseanlegg då det er gjort svært få studie rundt denne problematikken. Området skil seg og ut ved at det er eit lite avløpsverk, med store skilnadar i avløpsvatnets samansetning og tilrenning, samt topografi og geografi.

Området er frå november/desember til april/mai dekkja av snø. Dette gjere det vanskeleg for oss å få kartlagd framandvatnet på avløpsreinsesystemet. Dei fleste kummane var dekkja av snø, og me fekk difor ikkje tilgang til leidningsnettet.

Me fekk likevel til ei synfaring i slutten av april, der me opna ei rekkje kummar oppover i dalen. Tida føre synfaringa kom det svært lite nedbør. Likevel rann det godt i leidningane. Dette heng saman med snøsmeltinga som på dette tidspunktet var i gong for fullt. Dei fyrste vintermånadane var prega av kuldegrader, og all nedbør i området kom difor som snø. Store delar av nedbøren som kjem vert difor «lagra» i dalen til snøsmeltinga byrjar i april. Dette måtte tas i betraktning når ein vurderer resultata frå analysar og målingar. Sjølv om det kjem svært lite nedbør i april/mai, vil mengda framandvatn kunne vera stor då det ligg så mykje vatn «lagra» i dalen.

For å få eit endå betre bilete av kor mykje framandvatn som kjem inn på avløpsnettet, hadde me planar om å gjennomføre ei synfaring til. Denne synfaringa skulle gjennomførast ein dag det regna godt, og at det helst hadde regna godt i dagane føre synfaringa. Då oppstod det ei ny utfordring. Det viste seg at Mai-månad skulle verte ein svært tørr månad. Dei tre fyrste vekene av mai kom det bortimot ingen nedbør i området. Det enda med at den planlagde synfaringa difor utgjekk. Dette var ikkje gunstig for oppgåva då det hadde vore svært interessant og sett kor mykje vatn det var i leidningane etter ein nedbørsperiode.

Datainnsamling

Datainnsamlinga vart og vanskelegare å gjennomføre enn planlagd. Som nemnd tidlegare fekk me utfordringar med ver og klima. I lag med kommunen diskuterte me gjennomføring av søk etter framandvatn på leidningsnettet. Det var snakk om å tilsette fargestoff i leidningsnettet med separatsystem for å avdekke eventuelle feilkoplingar. Det vart og prata om å gjennomføre røyrinspeksjon med kamera i nokre av leidningane. For å få til dette krevst god planlegging og godt samarbeid med kommunen. Sidan snøen låg til mai, vart det knapt

med tid og me fekk ikkje gjennomført desse søka. Fleire av metodane som var planlagde let seg ikkje gjennomføre på grunn av tid og ver.

I byrjinga av arbeidet var oppgåva vinkla meir mot ei problemstilling som omhandla økonomi og kostandar knytt til framandvatn. Me ville vurdere økonomiske konsekvensar og kva tiltak det ville løna seg å prioritera for reduksjon av framandvatn. Det viste seg at dette vart vanskeleg å gje eit godt svar på ut frå datamaterialet som var tilgjengeleg. Ullensvang Kommune har ikkje noko eiga oversikt over kostnadane knytt til Håra AR. Kommunen har berre ei fellesoversikt over kostnadane til alle VA – anlegga i kommunen. Dette gjorde arbeidet svært utfordrande og me valde og gå vekk frå denne problemstillinga, og heller sjå på det faktiske problemet Ullensvang Kommune sleit med på reinseanlegget; halde seg innføre reinsekrava.

Vidare var det utfordrande å skaffe data om framandvatn. På landsbasis er lite forskning og kunnskap om framandvatn. Ullensvang Kommune har så vidt byrja å rette fokus mot framandvassproblematikken i kommunen, og har enno ikkje nok informasjon og kompetanse til å gje oss gode svar om emnet. Fagpersonane frå COWI kunne nok bidrege med mykje relevant kunnskap og data. Men dei var berre i startfasen med arbeidet sitt, og då vart mangel på tid igjen ei utfordring.

Kommunen sin gjeldande hovudrapport for VA er perioden 2011 – 2022. Difor vil det om ikkje lenge utarbeidast ein ny plan for vass- og avløpssystema. Mykje av arbeidet med kartlegging, utfordringar, prioriteringar og investeringar knytt til avløp er difor gjort føre 2011. Dette gjer arbeidet med oppgåva noko vanskelegare. På den andre sida kan resultatane frå oppgåva nyttast av kommunen til å utarbeide den nye kommunedelplanen for avløp.

9.2 Vurdering av resultat

9.2.1 Reinseprosessen

Det avløpsvatnet som vert reinsa og slept ut i resipienten held ikkje alltid krava. Reinsa KOF og BOF₅ er stort sett innføre, men den totale fosforen, TOT-P, som vert reinsa oppnår ofte ikkje reinsekravet som er satt. Dette kan skyldast ulike grunnar som:

- 1) Avløpsvatnet som kjem inn til reinseanlegget er så fortynna av framandvatn at det vert vanskeleg å oppnå > 90% reinsing av fosforen som kjem inn.

- 2) Ved mykje framandvatn i avløpsvatnet vil mottakstanken ofte gå i overløp, og ureinsa avløpsvatn gå rett ut i resipient. Ved dette tilfelle er det ikkje så enkelt å vite mengdene fosfor ein slepp ut, men her får ein heller ikkje redusert den totale mengda sjølv om det er fortynna.
- 3) Avløpsvatnet som kjem inn til reinseanlegget er så konsentrert, så sjølv om ein oppnår kravet om > 90% reinsing av TOT-P vil det likevel sleppast ut meir enn når ein t.d. har meir fortynna avløpsvatn og ikkje oppnår reinsekravet. Dette er ikkje så enkelt å oppdaga med mindre det vert teke prøvar av reinsa avløpsvatn.
- 4) Reinseprosessen med kjemikalieblanding, lufting og sedimentering ikkje er så optimal som den burde vera.

Når det gjeld mengda fosfor etter reinsing baserer denne seg berre på kor mange prosent av det som kom inn som er fjerna. Så sjølv om det er nokså fortynna og endå meir fortynna ut vil det vera vanskeleg å oppnå meir enn 90 % reinsing.

Det er ikkje så enkelt å fastslå kva som er det beste for å oppnå reinsekrava. Ein reduksjon av framandvatn ville sjølvsagt vore gunstig, men så har jo Håra AR ein reaktor som er ubrukt, men klar til bruk og difor kapasitet til å handtere større mengder avløpsvatn. Men så er det eventuelle kostnadar å drifra denne når drifra på anlegget er størst i vintersesong, feriar og helger, og ein stiller spørsmålet om det er verdt det? Då vil jo andre tiltak som lokalisering av framandvatn eller endre litt på steg og mengde kjemikaliar eller avløpsvatn i reinseprosessen vera meir langsiktige tiltak.

9.2.2 Framandvatn

For å vite mengda framandvatn som er på leidningsnett og kor mykje dette påverkar reinseanlegget, og prosessen der, er det gjort i hovudsak to observasjonar. Den eine er der me sjølve har vore og sett i kummar og gjort opp ei meining basert på det ein ser. Den andre er utrekna med fortynningsmetoden basert på kommunen sin eigen dokumentasjon av avløpsvatn.

På grunn av snø og is tidlegare i vinter vart det berre eit besøk i april kor me fekk sjekka fleire kummar langs leidningsnett. Likevel merka me oss at det var god gjennomstrøym av «reint» vatn til å vera midt på dagen, ein vekedag og på slutten av sesongen. Dette kunne tyde på innlekkingar eller eventuelle feilkoplingar på leidningsnett. Ref. avsnitt 5.5. Denne dagen var det opphaldsvêr og hadde vore det over ein lengre periode. Her skulle me nok fått til ei

synfaring når det var nedbør og for å sjå og samanlikna mengda vatn på leidningsnett.

Dessverre har ikkje dette latt seg gjera. Då hadde me nok hatt eit endå klarare bilete av kor mykje eller lite vasstanden endrar seg.

Hadde me og hatt synfaring i ein periode kor det er verken snøsmelting eller nedbør kunne me og sett korleis dette påverka mengda avløpsvatn.

Ved å bruka dokumenta frå kommunen har me brukt fortynningsmetoden og rekna oss fram te ei framandvassmengde i prosent. I 2020 var denne i snitt rekna ut til 46 % og på det meste 6.november på 83 % , vedlegg H. Det er likevel grunn til å tru at mengda framandvatn ikkje stemmer heilt.

Tot-P målt på inntaket til reinseanlegget vart berre gjort ein gong i månaden. Difor utgjer utrekningane, som er gjort på framandvassprosent, 12 av 365 dagar i året. Det som synest best att frå desse utrekningane er grafen i figur 40 og 41. Her ser ein korleis framandvassprosenten aukar i periodar med snøsmelting og nedbør, som kan tyda på at dette påverkar avløpsnett ein god del.

9.3 Usikkerheit

I funna som er gjort knyter det seg mest usikkerheit til målingane inne på reinseanlegget.

Fleire av tala som er kome frå kommunen verkar ikkje representativt for det dei sjølve observerer. Driftsjournalane, som tek føre seg overløp, prosessoppfølging og maskinene knytt til reinseanlegget, er skrivne for hand for kvar månad og ikkje fylgt opp noko særleg. Desse utgjer 36 ark kvart år som gjere det tungvint å sjå samanhengar, feil eller avvik i målingane. Her ville ei føring i rekneark, som t.d. Excel, vore til stor hjelp.

Me tok sjølve og la inn driftsjournalane i rekneark og det var fleire tal ein kunne setja spørsmålsteikn ved. Bl.a. i prosessoppfølging frå 2019, vedlegg E, var det sju utrekningar som viste ein reinseprosent på minus, altså at det er kome meir fosfor ut etter reinsing enn det var kome inn. Det av totalt 59 målingar, og utgjer difor nesten 12 % av målingane, som gir eit urealistisk tal.

Når det gjeld framandvatn på avløpssystemet er det heilt klart at det er meir enn venta og burde vera. Dette kan ein sjå ut ifrå observasjonar i kummar og med kjennskap til vêrforhold og brukarar i området, og ser inga grunn til å tvile på kommunen på dette området. Me gjorde utrekningar av kor mykje framandvatn det var ved hjelp av fortynningsmetoden, dette for å støtte opp under at observasjonane ein gjere stemmer. Desse utrekningane viser likevel stor

usikkerheit i mengda framandvatn, då det som nemnt berre er 12 målinga av TOT-P i året. Her ville det nok vore betre med fleire målingar spesielt med tanke på at reinsekrava ikkje vert oppnådd.

9.3.1 Overløp

For å vite kor mykje fosfor og uønskt biologisk materiale som kjem ut i naturen er det viktig å ha kontroll på vatn som går i overløp. Når det er mykje avløpsvatn på leidningsnett vil det hope seg opp i mottakstanken til reinseanlegget og eventuelt gå i overløp når det når eit visst nivå.

I samtalar med kommunen seier dei at det ofte vert overløp når det er nedbør. Difor verkar det feil at det i driftsjournalane i t.d. 2020, ikkje er registrert overløp mellom 23.mars og 9.september. Sidan 2015 har det vore i snitt ca. 213 nedbørsdøgn årleg i Røldal, me ser det difor som usannsynleg at i denne perioden frå mars til september at det ikkje har vore nedbør. 2020 var og eit år med mykje snø, kor snødybden i Røldal Skisenter var 353,5 cm 23.mars. Det skal difor i løpet av vårparten smelta veldig mange kubikk snø i Håradalen som kan trengje inn på avløpsnett og forårsaka overløp.

I perioden 9.september til 20.november sama året er det i motsetnad registrert 62 startar på overløp i mottakstanken. Dette styrkar igjen at det må ha vore noko feil med målingane eller systemet tidlegare dette året.

Utan å vita kor mykje vatn som går i overløp er det vanskeleg å seie noko om det er for liten kapasitet på anlegget. Og om ein reduksjon av framandvatn i det heile teke er naudsynt dersom ein ikkje veit kor mykje ureinsa avløpsvatn som vert sleppt ut.

9.4 Vidare arbeid

Vidare studie knytt til vann og avløp med fokus på reinseanlegg og framandvatn vil vera av stor interesse for kommunen og heile VA-bransjen. For Ullensvang Kommune vil det vera spennande å sjå kva fagpersonane frå COWI finn ut. Reinseresultata på anlegget må uansett betrast. Vegen fram til den beste løysinga er enno ikkje lagd.

For kommunen kunne det vore aktuelt å lage ei oversikt kostnadane knytt til Håra AR. På denne måten kunne ein estimert kostnadar for framandvatn. Då vert det med eingong lettare å finne kostnaden av tiltaka og. Vidare kunne ein sett på effekten av ulike tiltak og vurdert om det vil løne seg å gjennomføre desse.

Krava for å oppretthalde dagens nivå for avløp vert høgare, og dei aukar i takt med strengare myndigheitskrav og klimaendringar. Det er difor viktig at Ullensvang Kommune har oppdaterte hovudplanar for avløp, samt at dei lagar nye investeringsplanar for oppgradering og utskifting av leidningsnett og avløpsreinseanlegg. Dette er investeringar for kommunen som sikrar utvikling og som følg endringane i krav og behov.

10 Konklusjon

Denne oppgåva er lagt opp til å best mogeleg kunne svara på problemstillinga nemnt tidlegare.

«Korleis påverkar dagens reinseprosess og mengda framandvatn reinseeffekten og -resultat ved Håra Avløpsreinseanlegg?»

Der er avdekka eit stort behov for vidare arbeid med kartlegging av framandvatn og vurdering av reinseprosessen. Når det gjeld framandvatn er det viktig å gjere grundige utredningar i området for å avdekke kjeldene til framandvatn, slik at ein kan setja i verk dei mest lønsame tiltaka. Etter synfaringa med kommunen kunne det tyda på at det var innlekkinga i øvste hyttefelt då det rann bra med «reint» vatn i kummane. Ved tiltak mot framandvatn vil det verta færre overløp, som gjev ein meir konsentrert mengde avløpsvatn og det vil være betre for både kapasiteten og effekten på Håra AR. For å oppnå dette er det behov for breiare kompetanse og auka fokus på akkurat dette feltet.

På reinseanlegget er det kravet om reinsa fosfor som er vanskeleg å oppnå. Her er kravet at det skal vera mindre enn 10 % av det som kom inn som vert sleppt ut. Problemet i dag er at avløpsvatnet er så fortynna når det kjem inn til reinsing at det er vanskeleg å oppnå dette kravet. Ved å få eit mindre volum og meir konsentrert avløpsvatn vil ein kunne bruke lengre tid per reinsesyklus som kan gi betre utfelling og sedimentering av uønska partiklar og organiske stoff.

Reinseresultatata på Håra AR er ei samansett problem der både reinseprosessen og mengda framandvatn som kjem inn på anlegget har betydning for reinseeffekten. Då det ikkje er noko tal på kostnadar knytt til Håra AR er det vanskeleg å konkludere med kor og kva tiltak som bør gjerast. Det er og vanskeleg å vite kva tiltak som vil løne seg og kva tiltak som vil fungere.

For vidare arbeid med reinseprosessen vil det i fyrste omgang vera gunstig å digitalisera resultatata av målingar, registreringar og analysar som vert gjort på anlegget. På denne måten

kan dei lettare oppdaga avvik og få ein betre oversikt og lagring av data. Hyppigare målingar av Tot-P vil også anbefalast så lenge reinseresultata ikkje innfrir krava. Forslag til kommunen vil og vera å prøve litt andre variantar gjennom reinseprosessen. Kan tidspunktet kjemikaliane vert tilsett ha noko og sei? Meir eller mindre mengder? Lengre tidsintervall i prosessen?

11 Referansar

Barlindhaug, J. (2018) *Nitrogenfjerning*. Store Norske Leksikon. Tilgjengeleg frå: [nitrogenfjerning – Store norske leksikon \(snl.no\)](https://snl.no/nitrogenfjerning) (lest: 26.04.21)

Biovac (uvisst) *Biovac SBR – prosess*. Tilgjengeleg frå: [Biovac® SBR-prosess | Biovac renseanlegg](https://www.biovac.no/) (lest: 06.05.21)

Blytt, L.D., Lyngstad, E. & Aquateam (2013) *Avløpsanlegg – Vurdering av risiko for ytre miljø*. Norsk Vann Rapport 197 - 2013

Bruaset, S., Becker, M. A., Reksten, H. & Baade – Mathiesen, T. (2021) *Kommunalt investeringsbehov for vann og avløp 2021 – 2040*. Norsk Vann Rapport 259 – 2021

Brunborg, H., Texmon, I. & Tønnessen, M. (2012) *Befolkningsframskrivninger 2012 – 2100: Resultat*. Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengeleg frå: [Befolkningsframskrivninger 2012-2100: Resultater \(ssb.no\)](https://www.ssb.no/befolkning/2012-2100/resultat)

Dagestad, G (2020) *Årleg innrapportering av vassforsyningssystem*. Ullensvang Kommune (lest: 28.04.2021)

Desserud, E. A. (2013) *Estimering av fremmedvann i Muusøya rensedistrikt, med bruk av typeområder og modellering av vassføring*. Masteroppgåve: Universitetet for miljø- og biovitenskap. Tilgjengeleg frå: https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/189146/desserud_master2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y (lest: 08.04.2021)

Dihva (2012) *BOF, KOF, SS og andre parameter*. Fagsamling for kontrahert personell. Tilgjengeleg frå: [KOF, BOF, SS og andre parameter \(dihva.no\)](https://dihva.no/kof-bof-ss-og-andre-parameter) (lest 26.04.21)

Enander, L., Fjeldhus, K., Gyllenhammar, A. & Sweco (2014) *Bærekraftig forvaltning av VA – tjenestene*. Norsk Vann Rapport 205 – 2014

Farestveit, T. (2013) *Ny mal for tillatelser for utslipp fra kommunalt avløpsanlegg*. VANN.

Tilgjengeleg frå: [2013_872581.pdf \(vannforeningen.no\)](#) (lest: 28.04.2021)

Flatin, A. (2009) *Erfaringer med lekkasjekontroll*. Norsk Vann Rapport 171 – 2009

Forurensingsforskriften (2007) *Forskrift om begrensning av*

forurensing. Kap.14 Tilgjengeleg frå: [Forskrift om begrensning av forurensning \(forurensningsforskriften\) - Del 4. Avløp - Lovdata](#) (lest: 23.04.21)

Gjødselvereforskrifta (2013) *Forskrift om gjødselverare mv. av organisk opphav*. Tilgjengeleg frå: [Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav - Lovdata](#) (lest: 21.04.21)

Garaas, O.S. (2018) *Økonomiske konsekvenser av fremmedvann i avløpssystemet til Asker kommune*. Masteroppgåve: Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. Tilgjengeleg frå: [O.S.Garaas-2018.pdf \(unit.no\)](#) (lest 29.03.2021)

Haddeland, M.E., Bjønnes, F., Pedersen, P.O.H & Sæle, J. (2020) *Lokalt vanngjennvinningsanlegg for råvann*. Bacheloroppgåve: Universitetet i Agder. Tilgjengeleg frå: [Lokalt vanngjennvinningsanlegg for gråvann \(vanytt.no\)](#) (lest: 20.05.2021)

Hanssen-Bauer, I., Frøland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2015) *Klima i Norge 2100*. Miljødirektoratet. Tilgjengeleg frå: [6616 \(met.no\)](#) (lest: 28.04.2021)

Johanessen, E. (2013) *Reinseanlegg i spredt bebyggelse*. COWI. Tilgjengeleg frå: [03-COWI-ved-Erik-Johanessen-Renseanlegg-i-spredt-bebyggelse.pdf \(pura.no\)](#) (lest: 16.05.21)

Johnsen, I.H (2016) *Framandvatn med små mengder avløpsvatn – kva ønsker vi å transportere og reinse i avløpsreinseanlegga?* VANN nr. 3 2016. Tilgjengeleg frå: [Holvik-Johnsen.pdf \(vannforeningen.no\)](#) (lest 29.03.2021)

Johnsen, I.H. (2018) *Veileder fro avdekking av feil på avløpssystemet*. Vannområde Øyeren. Norconsult. Tilgjengeleg frå: [veileder \(xn--vo-yeren-74a.no\)](#) (lest 29.03.2021)

Jondahl, O.J. (2020) *Rådmannen sitt forslag til Årsbudsjett 2021 Økonomiplan 2021 – 2024*. Rådmannen, Ullensvang Kommune. Tilgjengeleg frå: [09.11.2020-Rådmannen-sitt-budsjettforslag-kommentarer-2021-2024-oppdat-09.11.2020.pdf \(ullensvang.kommune.no\)](https://ullensvang.kommune.no/budsjettforslag-kommentarer-2021-2024-oppdat-09.11.2020.pdf) (lest: 16.05.21)

Karstensen, H. (2015) *Økonomiske konsekvenser av fremmedvann i avløpssystemet*. Masteroppgåve: Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. Tilgjengeleg frå: [karstensen_master2015 .pdf \(unit.no\)](https://unit.no/karstensen_master2015.pdf) (lest: 29.03.2021)

Karstensen, H. (2016) *Økonomiske konsekvenser av fremmedvann i avløpssystemet*. Multiconsult. Tilgjengeleg frå: [Økonomiske konsekvenser av fremmedvann i avløpssystemet - PDF Gratis nedlasting \(docplayer.me\)](https://docplayer.me/2016/03/Økonomiske-konsekvenser-av-fremmedvann-i-avlopssystemet-PDF-Gratis-nedlasting.html) (lest 29.03.2021)

Kartverket.no, kartdata
<https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&sok=Horda&layers=1002&zoom=9&lat=6662043.88&lon=39786.34&markerLat=6658838.711363793&markerLon=39215.11859587893&panel=searchOptionsPanel> (lest 12.05.21)

Kveine, Reidar (2013) *Klimaendringer og VA, Bærum Kommune* http://www.indre-oslofjord.no/uploads/KlimaogVA_ReidarKveine.pdf (lest 20.05.20)

Lindholm, O.G (2017) *Framandvatn i avløpsleidningar*. VA/miljø-blad nr. 123 2017
Tilgjengeleg frå: [Blad-123 29.11.17.pdf \(va-blad.no\)](https://va-blad.no/blad-123-29.11.17.pdf) (lest 29.03.2021)

Lindholm, O.G. & Bjerkholt, J.T. (2011) *Store fremmedvannsmengder i norske avløpsrensaneanlegg*. VANN nr. 1 2011. Tilgjengeleg frå: [2011_820086.pdf \(vannforeningen.no\)](https://vannforeningen.no/2011_820086.pdf) (lest 29.03.2021)

Lindholm, O.G (2012) *Fremmedvann i avløpsnettet*. 360 grader. Tilgjengeleg frå: [360 grader 2012 Fremmedvann i avløpsnettet. Oddvar Lindholm Institutt for matematiske realfag og teknologi UMB - PDF Gratis nedlasting \(docplayer.me\)](https://360grader2012.no/fremmedvann-i-avlopssystemet) (lest: 08.04.2021)

- Lindholm, O.G., Bjerkholt, J.T. & Lien, O. (2012) *Fremmedvann i nordiske avløpsledningsnett*. VANN nr. 1 2012. Tilgjengeleg frå: [2012_847610.pdf \(vannforeningen.no\)](#) (lest: 29.03.2021)
- Kartverket (2020) *Håra – Håradalen. Norgeskart*. Tilgjengeleg frå: [Norgeskart](#) (lest: 28.04.2021)
- Nilssen, J.I (2011) *Kommunedelplan for avløp 2011 – 2022. Hovudrapport Ullensvang/Odda kommune*. Tilgjengeleg frå: [Kommunedelplan Avløp 2011-2022 Hovedrapport \(1\) \(2\).pdf](#) (lest 29.03.2021)
- NEVINA (2021) *Nedbørsfelt – Vannføring – Indeks – Analyse*. Norges vassdrags- og energidirektorat. Tilgjengeleg frå: [NEVINA \(nve.no\)](#) (lest: 28.04.2021)
- Norsk Vann (2017) *Beregning av forurensningsutslipp fra avløpsanlegg* [file:///C:/Users/eli--/Downloads/NV_prosjektrapport%20227_2017%20\(1\).pdf](#) (lest 20.05.20)
- Nygårdseter, B.V., Nadarajah, L.S. & Heidari, A.R. (2017) *Problematikk knyttet til fremmedvann i avløpsnett i Holvika*. Bacheloroppgåve: Universitetet i Agder. Tilgjengeleg frå: [Bacheloroppgave \(1\).pdf](#) (lest 29.03.2021)
- NVE (2020) *Temakart Nedbørsfelt*. Norges vassdrags- og energidirektorat. Tilgjengeleg frå: [NVE temakart](#) (lest: 28.04.21)
- Odda Kommune (2010) *Funksjonsbeskrivelse, Håra AR*. (Odda Kommune)
- RIF (2015) *Norges Tilstand 2015 – State of the Nation*. Tilgjengeleg frå: [rif_stateofthenation_2015_lavopploeselig.pdf](#) (lest: 28.04.2021)
- RIF (2021) *Norges Tilstand 2021 – State of the Nation* Tilgjengeleg frå: [210518_State-of-the-Nation-2021.pdf \(rif.no\)](#) (lest 20.05.2021)
- Røysted, U.E. (2016) *Dokumentasjon av utslipp frå avløpsnett*. Norsk Vann Rapport 222 – 2016

Sekse, T. (2007) *Odda Kommune. Håra avløpsanlegg. Søknad om utslippstillatelse. Rapport – utslippstillatelse. Ullensvang Kommune*

Sekse, T. (2010) *Vedrørende risikovurdering avløpsanlegg – Håra. Norconsult.*

Snl.no, 2021, Store Norske Leksikon, *fosfor* <https://snl.no/fosfor> (lest 20.05.21)

Statistisk Sentralbyrå (2020a) *Befolkning Kommune Ullensvang (Vestland)*. Tilgjengeleg frå: [Kommunefakta Ullensvang - SSB](#) (lest: 23.04.21)

Statistisk Sentralbyrå (2020b) *Kommunalt Avløp*. Tilgjengeleg frå: [Kommunalt avløp - SSB](#) (lest 29.03.2021)

Strauman, C.G. *Evalurering av undersøkelsesmetoder for kartlegging av årsaker og effektive tiltak for å redusere fremmedvann i Oslo Kommune*. Masteroppgåve: Universitetet for miljø- og biovitenskap. Tilgjengeleg frå: [MasteroppgaveH2013_ChristopherGehrkenStrauman.pdf \(unit.no\)](#)

Teigenes, A.T.S. (2020) *Budsjett 2021 – Økonomiplan 2021 – 2024*. Ullensvang Kommune. Tilgjengeleg frå: [Budsjett 2021 - Økonomiplan 2021-2024 \(ullensvang.kommune.no\)](#) (lest: 16.05.2021)

Tingstad, Silje (2008) *Odda Kommune – Håra Avløpsanlegg – Utslippstillatelse for 3050 PE*. Fylkesmannen i Hordaland (lest: 28.04.21)

Ullensvang Kommune (2020) *Overvåking av vannressursene i Ullensvang Kommune 2020*. Vannovervåking 2020. (lest: 28.04.2021)

Vannforskriften (2006) *Forskrift om rammer for vannforvaltningen*. Tilgjengeleg frå: [Forskrift om rammer for vannforvaltningen - Lovdata](#) (lest: 28.04.2021)

VANNkunnskap. 8 kapitler om vann: *kapittel 5: Fra dass til glass*. Tilgjengeleg frå: [Kapittel 5: Fra dass til glass | Vannkunnskap](#) (lest: 13.04.21)

Von Scherling, M., Malm, A., Røstum, J. & Svensson, G. (2020) *Bærekraftig fremmedvannandel – modell for vurdering av riktig nivå*. Norsk Vann Rapport 255 – 2020

Vråle, L. (2011) *Fremmedvann – Et stort problem for norske ledningsnett og renseanlegg*. VANN nr. 3 2011. Tilgjengeleg frå: [2011_831314.pdf](https://vannforeningen.no/2011_831314.pdf) (vannforeningen.no) (24.03.2021, 29.03.2021)

Yr.no (2021) *Røldal – Historikk*. Tilgjengeleg frå: <https://www.yr.no/nb/historikk/graf/1-66544/Norge/Vestland/Ullensvang/R%C3%B8ldal> (lest 04.03.21)

Ødegaard, H., NTNU / SET AS, Rusten, B., Aquateam AS, Storhaug, R. & Paulsrud, B. (2009) *Veiledning for dimensjonering av avløpsreinsanlegg*. Norsk Vann Rapport 168 – 2009.

Ødegård, H., Aasand, F.I (2019) *Vann- og avløpsteknikk*. E-bokutgave: Norsk Vann

Ødegård, J., Persson M., Baade – Mathiesen, T. & Norconsult (2013) *Investeringsbehov i vann- og avløpssektoren*. Norsk Vann Rapport B17 – 2013.

Øgaard et. Al, 2012, *Biotilgjengelighet av fosfor fra jordbruksavrenning-kunnskapsstatus* https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2012_860427.pdf (lest: 20.05.21)

Vedlegg A Metode RIF – Rådgivende Ingeniørs Forening – Norges Tilstand 2021

METODE

UNDERSØKTE OMRÅDER



KOMMUNALE BYGG



HELSEBYGG



ANDRE STATLIGE BYGG



JERNBANE



LUFTHAVNER



RIKSVEIER



FYLKESVEIER



KOMMUNALE VEIER



VANNFORSYNINGSMANLEGG*



AVLØPSANLEGG*



ENERGIPRODUKSJON



ENERGIDISTRIBUSJON

*Vannforsyningsanlegg og *avløpsanlegg behandles i et samlet kapittel i State of the Nation 2021.

METODE OG DATAGRUNNLAG

Fagekspertene fra landets største rådgivere har hatt ansvar for hver av de 12 undersøkte fagområdene som utgjør kapitlene i denne rapporten. Informasjon er hentet fra eksisterende kilder. I tillegg er det gjennomført intervjuer og/eller samtaler med fagekspertene, etater og fagforum for å sikre et så oppdatert datagrunnlag som mulig og gode anbefalinger basert på dataene.

Dagens situasjon er gjennomgått innenfor hvert område, med en påfølgende karakterfastsettelse og en vurdering av fremtidsutsikt for samtlige. Deretter er det gitt noen konkrete råd og anbefalinger for de enkelte undersøkte områdene. Råd og anbefalinger i State of the Nation er basert på en totalvurdering fra gjennomgangen av det konkrete området. Det innebærer både vurderingen av den fysiske tilstanden og vurderingen av fremtidsutsikt.

KVALITETSSIKRING

Hver av de 12 fagområdene har egne, eksterne fagekspertene som har kvalitetssikret og kommentert på datagrunnlag, karaktersettning og vurderinger av fysisk tilstand. Disse eksterne fagekspertene tilhører uavhengige og nøytrale miljøer utenfor etatene og rådgiverne som har utarbeidet kapitlene, henholdsvis Norges teknisk-vitenskapelige universitet (NTNU), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) og Transportøkonomisk institutt (Tøi).

TILSTANDSKARAKTER

Det er benyttet en karakterskala fra 1 til 5, der 1 er laveste oppnådde resultat og 5 er høyeste oppnådde resultat. Denne karakterskalaen er også benyttet i tidligere State of the Nation-rapporter.

Karakter Definisjon

- 5 Anlegget er som nytt og tilfredsstillende dagens krav og behov, samtidig som det er bygget på en måte som også gjør at anlegget er tilpasset endringer i krav og behov fremover. I henhold til krav og behov, vil ikke vesentlig vedlikehold være nødvendig for om flere år – og det er minimalt med løpende vedlikeholdskostnader.
- 4 Anlegget har god standard i henhold til dagens og fremtidens krav og behov. Normalt, løpende vedlikehold er nødvendig for å opprettholde denne tilstanden.
- 3 Anlegget har en akseptabel, men ikke god standard, i henhold til dagens krav og behov. Det må forventes ekstraordinært vedlikehold for å opprettholde drift. Fremtidige investeringer er nødvendig.
- 2 Anlegget er i en dårlig forfatning ut fra dagens krav og behov, og funksjonaliteten er truet. Det kreves umiddelbar innsats for at ikke denne funksjonaliteten skal reduseres.
- 1 Anlegget kan ikke oppfylle sin tiltenkte funksjon, i lys av dagens krav og behov. Det vil være behov for forbedringer/oppgraderinger og etablering av ny infrastruktur.

Vedlegg B Transportsystem for Håra Vassverk

10.2.2021

Mattilsynet - skjematjenestene

Transportsystem for HÅRA VANNVERK

Driftsdata	
Antall meter fornyet (eksisterende ledningsnett):	0
Antall meter utvidet (nye ledningsstrek):	0
Antall lekkasjereparasjoner:	0
Avbrudd	
Planlagte avbrudd (kundetimer/år) :	0
Ikke-planlagte avbrudd (kundetimer/år):	0
Total magasinkapasitet ved normal drift (timer):	70
Totalt magasinivolum, lukkede basseng (m ³):	429
Antall trykkøkingsstasjoner:	1
Antall kummer:	0
Antall fastboende personer tilknyttet vannverkets eget fordelingsnett:	50
Antall meter ledningsnett med høyt vanntrykk (vannsøyle over 75 m):	0
Rørmateriale	
Asbest/sement m:	0
Jern/stål m:	1070
PVC m:	25
PE m:	6870
GUP m:	0
Annet m:	127
Ukjent materiale (i meter):	0
Antall meter lagt (per periode)	
Før 1910:	0
1911-1940:	0
1941-1970:	137
1971-2000:	2409
Etter 2000:	5084
Ukjent leggingperiode:	462

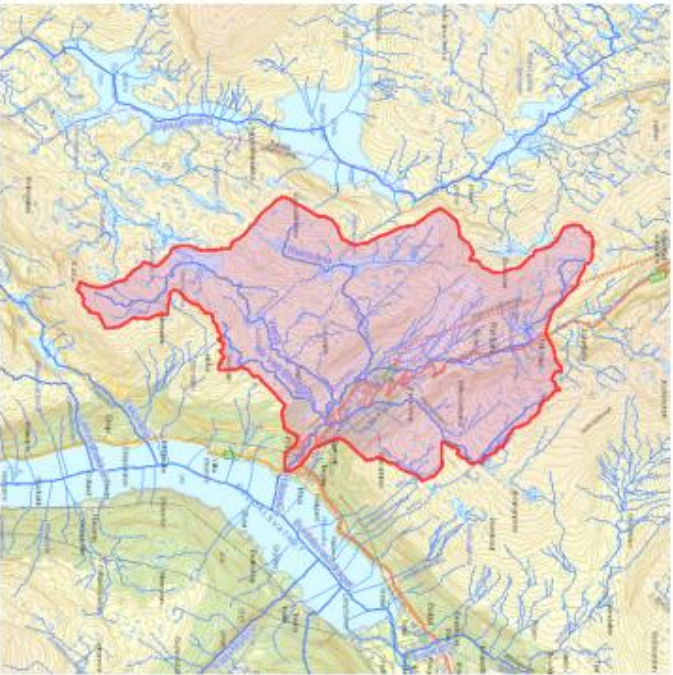
Vedlegg C Analyseresultat frå prøvepunkt 25 – Håra

Overvåkning av vannressurser i Ullensvang kommune 2020

Prøvepunkt 25 – Håra

Kode	Dato	TKB	pH	Konduktivitet	KOFmn	Tot-N	Tot-P	Fosfat	TOC
		/100ml		mS/m	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	mg/l
Pkt. 25	02.06.2020	0	6.5	1.4	3.4	160	45	4	3.4
Pkt. 25	26.08.2020	2	6.7	1.3	1.0	88	9	6	1.4
Pkt. 25	14.09.2020	12	6.6	1.1	1.8	110	4	4	1.3
Pkt. 25	17.11.2020	2	6.4	1.0	1.0	100	9	6	1.8
Gjennomsnitt		4.0	6.6	1.2	1.8	115	17	5.0	2.0
Max (pH min)		12	6.4	1.4	3.4	160	45	6	3.4

Vedlegg D Nedbørsfeltparameter rapport



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakkgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Prosjeksjon: UTM 33N
 Beregn punkt: 39229 E 6658909 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvallsjeksifres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 036.E4A0

Kommune.: Ullensvang

Fylke.: Vestland

Vassdrag.: Hånaelva

Feltparametere	
Areal (A)	18,6 km ²
Effektiv sjø (A _{se})	0,43 %
Elveengde (E _L)	7,1 km
Elvegradient (E _G)	113,7 m/km
Elvegradient i oss (E _{G, ioss})	117,8 m/km
Helling	15,3 °
Dæmningstetthet (D _T)	4,0 km ⁻¹
Fallengde (F _L)	6,0 km

Arealklasse	
Bre (A _{bre})	0 %
Dyrket mark (A _{dyr})	0,1 %
Myr (A _{myr})	0,9 %
Leire (A _{leire})	0 %
Skog (A _{skog})	6,7 %
Sjø (A _{sjø})	5,0 %
Snaufjell (A _{sf})	84 %
Urban (A _u)	0 %
Klassifisert areal (A _{assr})	3,4 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{min}	411 m
Høyde ₁₀	792 m
Høyde ₂₀	963 m
Høyde ₃₀	1046 m
Høyde ₄₀	1096 m
Høyde ₅₀	1124 m
Høyde ₆₀	1155 m
Høyde ₇₀	1192 m
Høyde ₈₀	1231 m
Høyde ₉₀	1280 m
Høyde _{max}	1424 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Averning 1961-90 (Q _n)	93,4 l/s*km ²
Sommernedbør	592 mm
Vinternedbør	1128 mm
Årstemperatur	0,4 °C
Sommertemperatur	5,3 °C
Vintertemperatur	-3,0 °C

Rapportdato: 4.5.2021

© nevna.rve.no

Vedlegg F Prosessoppfølging 2020

Dato	Nedbør?	Reaktor 2				Reaktor 3				Innløp/utløp				Vannmengde				Kjemiske (PAX)		Fellmeldinger/kommentarer		
		KL	S130 m3	Orto Ufiltr.	pH	S130 m3	Orto Ufiltr.	pH	Temp.	Innl.	Utl.	R %	Referanse >90%	Innl.	Utl.	Online	Totalt m3	Tot. m3	Tanknivå		Dosering	
Utl.																			Liter	Gram	gram/m3	
23.03.2020	10:00 SOL								2,7	0,09	Apr	97%	90%	7,4	6,51	6,56	269114	88	22	1395	17030	194
03.04.2020	11:15 VR								1,7	0,46	Apr	73%	90%	6,37	5,76	5,49	269867	753	68	1276	155890	207
06.04.2020	12:00 SOL								2,3	0,4	Apr	83%	90%	6,73	6,11	6,09	269934	67	22	1270	7860	117
15.04.2020	11:30 REGN	40	1,3	0,16	6,56	260	6	0,23	4,7	0,4	Apr	95%	90%	6,56	5,62	5,35	271372	1438	160	1077	252830	176
20.04.2020	11:45 SOL	40	1,23	12	4,62				1,53	0,49	Apr	68%	90%	6,68	5,08	5,35	272362	990	198	959	154580	156
28.04.2020	09:00 SKVA								8	0,7	Mai	91%	90%	6,48	6,38	6,7	274102	1740	218	760	260690	150
08.05.2020	13:15 REGN								1,63	0,71	Mai	56%	90%	6,36	275577	1475	148	148	387	226630	154	
12.05.2020	10:45 VR								3,8	0,25	Mai	93%	90%	7,13	6,69	6,92	276048	471	118	355	68120	145
18.05.2020	10:45 SOL								3,57	0,72	Mai	80%	90%	6,8	276476	428	71	483	68120	159		
25.05.2020	11:15 SOL								4,7	0,33	Mai	93%	90%	6,79	6,81	6,67	277824	1348	193	352	171610	127
02.06.2020	10:45 SOL								11,1	0,07	Jun	99%	90%	7,4	7,45	6,66	278972	149	37	3065	68120	0
06.06.2020	10:10 SOL								3,1	0,74	Jun	76%	90%	7,74	7,45	6,66	278972	149	37	3065	68120	0
08.06.2020	09:30 SOL								5,3	0,07	Jun	99%	90%	7,25	7,19	6,91	279500	273	27	2917	96940	355
16.06.2020	09:30 SOL								7,5	0,09	Jun	99%	90%	7,25	7,19	6,91	279500	273	27	2917	96940	355
26.06.2020	11:20 SOL								8,2	0,06	Jun	99%	90%	7,25	7,19	6,91	279500	273	27	2917	96940	355
02.07.2020	10:50 SKVA								11	0,17	Jul	98%	90%	7,01	7,24	7,05	279631	131	22	2882	45850	350
07.07.2020	10:00 REGN								1,7	0,14	Jul	92%	90%	7,33	7,02	6,16	280075	444	89	2746	178160	401
14.07.2020	12:15 REGN								9,4	0,1	Jul	99%	90%	7,42	7,41	7,09	280600	525	75	2602	188640	359
21.07.2020	12:15 VR								8,6	0,1	Jul	99%	90%	7,42	7,41	7,09	280600	525	75	2602	188640	359
03.08.2020	10:45 VR	160	5,7	0,03					3,6	0,09	Jul	98%	90%	7,05	281301	701	100	2407	255450	364		
06.08.2020	10:45 VR	200	0,34	0,29					8,43	0,94	Aug	89%	90%	7,12	282376	593	85	2194	134930	228		
10.08.2020	10:45 SOL								4,1	0,82	Aug	80%	90%	6,86	282573	197	66	2135	77290	392		
18.08.2020	11:00 SOL								7,63	0,05	Aug	99%	90%	6,85	282899	320	80	2052	108730	340		
21.08.2020	10:30 SKVA								10,17	0,95	Aug	91%	90%	7,18	283118	225	28	2003	64190	285		
24.08.2020	14:00 VR								2,27	0,45	Aug	80%	90%	6,06	283628	510	85	1915	115280	226		
06.09.2020	11:15 REGN								4,9	0,02	Sep	100%	90%	6,51	284163							
07.09.2020	10:15 VR								1,7	0,04	Sep	98%	90%	6,33	284360	732	52	1778	179470	245		
16.09.2020	09:30 VR								3,37	0,09	Sep	97%	90%	285811	1451	161	1541	310470	214			
23.09.2020	10:35 REGN	200	9	0,01					1,37	0,08	Sep	94%	90%	6,92	286030	219	31	1500	33110	243		
28.09.2020	11:00 SOL								4,47	0,03	Sep	99%	90%	6,45	286643	613	123	1405	124450	203		
09.10.2020	10:00 SKVA								6,47	0,56	Ok	91%	90%	7,26	287079	436	40	1316	116590	267		
19.10.2020	10:30 SKVA								8,5	0,36	Ok	96%	90%	7,2	287539	460	46	1246	91700	199		
26.10.2020	10:00 SKVA								2,83	0,57	Ok	80%	90%	4,95	288666	1127	161	1087	208290	185		
02.11.2020	10:45 REGN								3,23	0,74	Nov	77%	90%	4,86	289652	986	141	2851	213530	217		
06.11.2020	10:30 SKVA								0,7	0,57	Nov	19%	90%	4,95	2905323							
09.11.2020	10:15 SOL								3,1	0,03	Nov	99%	90%	6,18	290705	1053	150	2691	209600	199		
16.11.2020	10:15 SKVA								2,03	0,09	Nov	96%	90%	6,48	291174	419	60	2606	111350	266		
23.11.2020	10:50 SKVA								1,3	0,57	Nov	56%	90%	5,01	292715	1591	227	2367	313090	197		
30.11.2020	10:00 REGN								5,33	0,05	Nov	99%	90%	6,56	293770	1055	264	2204	213530	202		

Vedlegg G Overløp

Dato		Overløp Mottakstank			Overløp KUM OS01			Overløp KUM OS02			Maks.Prog		Slamtømming	
Dag	Kl.	Totalt m3	Totalt Dr.tid	Totalt Starter	Totalt m3	Totalt Dr.tid	Totalt Starter	Totalt m3	Totalt Dr.tid	Totalt Starter	Antall	Ganger/døgn	Tidspunkt	m3
23.03.2020	10:15	17180	176,6	113	199688	1370	36086	0	0	0	0	0		
03.04.2020	11:15	17180	175,6	113	199688	1370	36086	0	0	0	0	0		
06.04.2020	12:00	17180	174,6	113	199688	1370	36086	0	0	0	0	0		
15.04.2020	11:15	17180	173,6	113	199688	1370	36086	0	0	0	10	1,10		
20.04.2020	11:45	17180	172,6	113	200344	1370	36086	0	0	0	3	1,10		
28.04.2020	09:00	17180	171,6	113	200344	1375	36096	0	0	0	18	2,30		
28.04.2020	09:00	17180	175,6	113	200344	1375	36096	0	0	0	18	2,3		
08.05.2020	13:00	17180	175,6	113	200344	1375	36096	0	0	0	0	0		
12.05.2020	10:45	17180	175,6	113	200344	1380,6	36106	0	0	0	0	0		
17.05.2020	10:45	17180	175,6	113	200344	1381,2	36171	0	0	0	0	0		
25.05.2020	11:15	17180	175,6	113	200344	1382,9	36189	0	0	0	3	0,4		
25.05.2020	11:15	17180	175,6	113	200344	1382,9	36189	0	0	0	3	0,4		
02.06.2020	10:45	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	3	0,4		
08.06.2020	09:30	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	0	0		
16.06.2020	09:45	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	0	0		
26.06.2020	11:30	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	0	0		
02.07.2020	10:50	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	0	0		
07.07.2020	10:00	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	3	0,6		
14.07.2020	12:15	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	1	0,1		
21.07.2020	12:20	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	5	0,7		
27.07.2020	10:45	17180	175,6	113	200344	1405,9	36289	0	0	0	1	0,2		
03.08.2020	10:45	17180	175,3	113	200344	1405,9	36298	0	0	0	0	0		
10.08.2020	10:45	17180	175,6	113	200344	1415,4	38987	0	0	0	3	0,4		
18.08.2020	11:00	17180	175,6	113	200344	1415,4	38987	0	0	0	0	0		
24.08.2020	14:00	17180	175,6	113	200344	1415,4	38987	0	0	0	2	0,3		
07.09.2020	10:15	17180	175,6	113	200344	1415,4	38987	0	0	0	6	0,4		
16.09.2020	09:30	17359	191,4	128	200344	1415,4	38987	0	0	0	7	0,8		
23.09.2020	11:00	17359	191,4	128	200344	1415,4	38987	0	0	0	0	0		
28.09.2020	11:00	17359	191,4	128	200344	1415,4	38987	0	0	0	2	0,4		
09.10.2020	11:00	17359	191,4	128	200344	1415,4	38987	0	0	0	0	0		
19.10.2020	10:00	17359	191,4	128	200344	1415,4	38987	0	0	0	0	0		
26.10.2020	18:00	17557	203,2	134	200344	1417,3	38988	0	0	0	4	0,6		
02.11.2020	10:50	17603	205,2	135	200344	1417,3	38988	0	0	0	5	0,7		
09.11.2020	10:20	17707	214,8	141	200344	1417,3	38988	0	0	0	1	0,1		
16.11.2020	10:15	17707	214,8	141	200344	1417,3	38988	0	0	0	5	0,7		
23.11.2020	10:50	18617	265,4	168	200344	1429,2	39061	0	0	0	1	0,1		
20.11.2020	10:00	19090	287,3	175	202961	1445,8	39069	0	0	0	7	1		

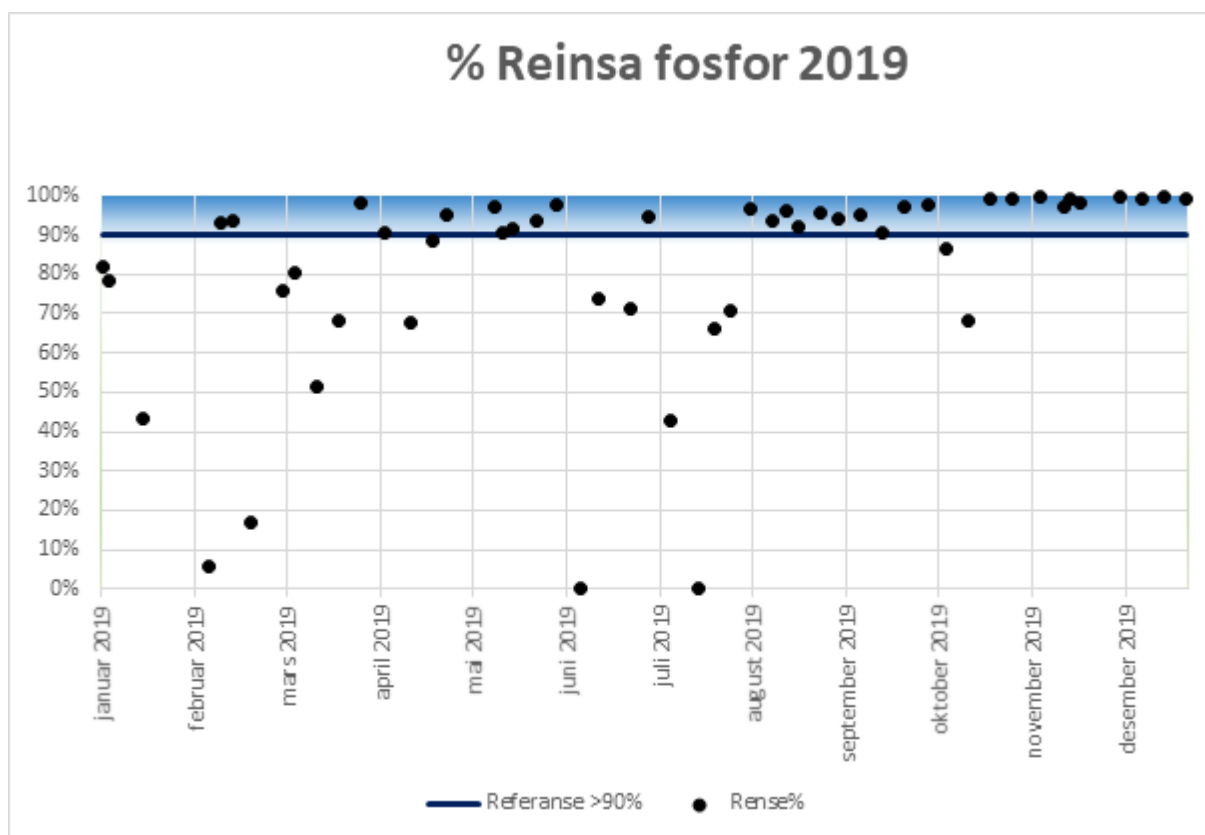
Vedlegg H Framandvatn og nedbør 2020

Sted	Dato	2020			Rense- effekt %		Nedbør
		Tot-P mg/l	Tot-P mg/l	Tot-P			
		Inn	Ut		FV%	Nedbør [mm]	
Håra	06.01.2020	5,9	2,47	58,1	Jan	47 %	33,8
Håra	05.02.2020	5,4	3,93	27,6	Feb	51 %	15,3
Håra	07.03.2020	10,0	2,80	72,0	Mar	10 %	4,1
Håra	06.04.2020	3,7	1,10	70,3	Apr	67 %	3,7
Håra	08.05.2020	3,1	3,10	0,0	Mai	72 %	1,5
Håra	06.06.2020	5,2	1,70	67,3	Jun	53 %	9,4
Håra	07.07.2020	3,4	0,34	90,0	Jul	69 %	55,5
Håra	06.08.2020	9,9	2,20	77,8	Aug	11 %	28,1
Håra	06.09.2020	2,8	0,2	91,8	Sep	75 %	57,3
Håra	06.10.2020	11,0	0,62	94,4	Okt	1 %	9,7
Håra	06.11.2020	1,9	1,60	15,8	Nov	83 %	19,1
Håra	06.12.2020	9,0	0,88	90,2	Des	19 %	0
Gjennomsnitt		5,9	1,7	62,9		47 %	
Størst		11,0	3,9	94,4		83 %	
Antall		12	12	12		12	

Vedlegg I Framandvatn og nedbør 2019

Sted	Dato	Tot-P mg/l	Tot-P mg/l	Rense- effekt %				
		Inn	Ut	Tot-P			Nedbør	
							3 dager i forvegen	
						FV%	Nedbør [mm]	
Håra	15.01.2019	12,7	2,55	80,0	Jan	-15 %	15,9	SNØ
Håra	15.02.2019	6,6	0,40	93,9	Feb	41 %	37,5	REGN
Håra	17.03.2019	11,5	2,01	82,5	Mar	-3 %	12,6	SNØ
Håra	17.04.2019	11,0	3,98	63,8	Apr	1 %	0,0	OPPHOLD
Håra	20.05.2019	8,1	4,34	46,6	Mai	27 %	0,1	OPPHOLD
Håra	17.06.2019	8,8	0,98	88,8	Jun	21 %	11,5	REGN
Håra	17.07.2019	12,5	4,26	66,0	Jul	-13 %	0,0	OPPHALD
Håra	16.08.2019	6,4	1,06	83,6	Aug	42 %	15,7	REGN
Håra	23.09.2019	6,7	0,3	95,5	Sep	40 %	0,2	
Håra	16.10.2019	3,1	2,32	25,9	Okt	72 %	6,9	
Håra	16.11.2019	9,3	1,01	89,2	Nov	16 %	1,0	SNØ
Håra	17.12.2019	8,5	0,32	96,3	Des	23 %	20,6	SNØ
Gjennomsnitt		8,8	2,0	76,0			21 %	
Størst		12,7	4,3	96,3			72 %	
Antall		12	12	12				

Vedlegg J



Vedlegg K

