



# Arwos

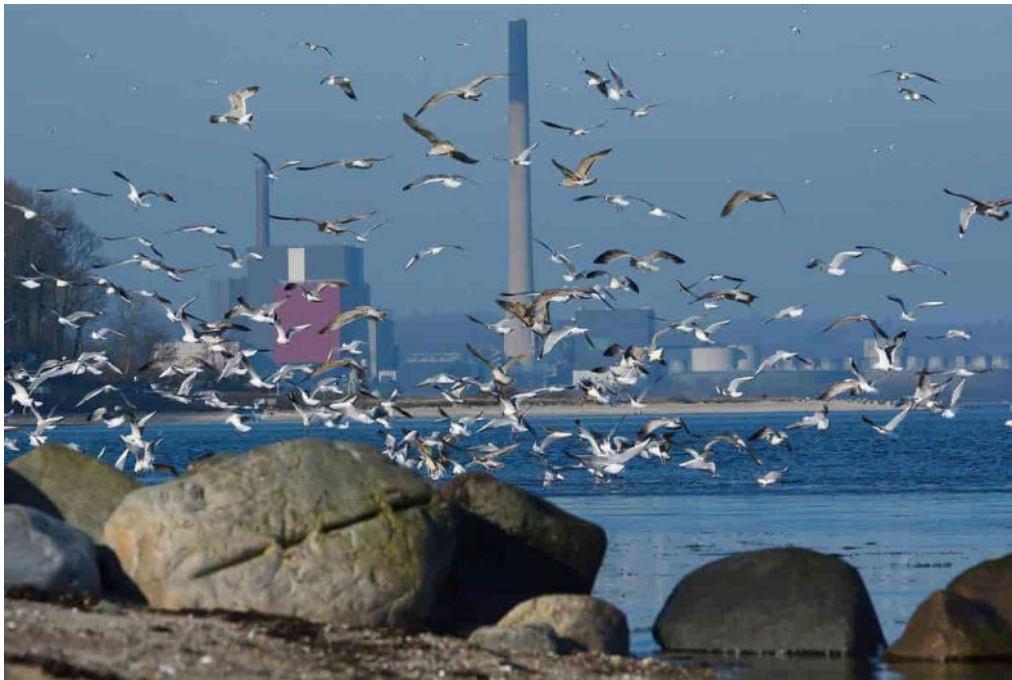
## Stegholt Renseanlæg

Procesteknisk analyse med særlige fokusområder

Notat

version 000

februar 2024



## **Stegholt Renseanlæg**

### **Procesteknisk analyse med særlige fokusområder**

#### **Notat**

Udarbejdet til : Arwos

Kontaktperson : Finn Reese/Ole Damm

Udarbejdet af : Peter Tychsen | Lobster

Dato : 16. februar 2024

Version : 000

## INDHOLD

<b>1</b>	<b>Indledning</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Resumé</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Beskrivelse af Stegholt Renseanlæg</b> .....	<b>5</b>
3.1	Miljøgodkendelse .....	5
3.2	Flowdiagram .....	5
3.3	Indløbsdel .....	6
3.4	Biologisk renselinje .....	7
3.5	Slambehandling .....	8
<b>4</b>	<b>Belastningsopgørelse</b> .....	<b>8</b>
4.1	Hydraulisk belastning .....	8
4.2	Stofbelastning .....	10
4.3	Belastning fra tilkøbt overskudsslam .....	13
4.4	Egenbelastning fra rejktvand .....	14
4.5	Samlet belastning .....	15
<b>5</b>	<b>Kapacitetsundersøgelse</b> .....	<b>15</b>
5.1	Sparrebassinerne .....	16
5.2	Primærtank .....	16
5.3	Luftningstanke .....	17
5.4	Efterklaringstanke .....	19
5.5	Rådnetank .....	19
5.6	Slutafvanding af slam .....	20
<b>6</b>	<b>Følsomheds- og konsekvensanalyse</b> .....	<b>20</b>
6.1	Ekstra driftsomkostninger ved rensning under udlederkrav .....	20
6.2	Almindelig variation af udløbskoncentrationer .....	21
6.3	Drift af primærtank .....	23
6.4	Drift af slamafvanding .....	24
<b>7</b>	<b>Referencegrundlag for udløbskoncentrationer af kvælstof</b> .....	<b>26</b>
7.1	Årlig variation af kvælstofkoncentrationer i udløbet .....	27
7.2	Gennemgang af mulige referenceår .....	27
7.3	Valg af reference for kvælstofkoncentration i udløbet .....	30
<b>8</b>	<b>Manipulering af udløbskvalitet ved stop af slamafvandingen</b> .....	<b>30</b>
8.1	Potentiale for reduktion .....	30
8.2	Registreret udløbskvalitet i perioden 2010-2018 .....	31
8.3	Øvrige data .....	32
<b>9</b>	<b>Teknisk dokumentation</b> .....	<b>33</b>

## 1 INDLEDNING

I nærværende dokument udføres en procesteknisk analyse af Stegholt Renseanlæg. Arbejdet blev igangsat på foranledning af Arwos med opstartsmøde den 30. januar 2024. Til mødet blev der efterspurgt en uvildig redegørelse af udvalgt forhold på Stegholt Renseanlæg.

Det blev aftalt, at den procestekniske redegørelse af anlægget skulle indeholde følgende særlige fokusområder:

- Belastningsopgørelse
- Kapacitetsvurdering
- Afdækning af udsving i udledning af Stegholt siden 2014
- Vurdering af det nuværende niveau for udledning
- Konsekvensberegning af regulering af slamafvanding under givne forhold

For at kunne gennemføre opgaven har Arwos fremsendt tilgængeligt materiale og datagrundlag vedrørende opbygning af og driftsforhold på Stegholt Renseanlæg. Herudover har Arwos svaret på spørgsmål og været behjælpelige med at redegøre for forhold, hvor tilgang til data og materiale har været begrænset.

Arwos har ikke haft indflydelse på, hvordan den procestekniske analyse er foretaget og har ej heller haft mulighed for at påvirke konklusionerne i dokumentet.

De procestekniske beregninger i dokumentet er baseret på, dels almindelig dansk beregningspraksis med afsæt i den tyske norm for aktivt slam anlæg (ATV-DVWK-A 131), dels dynamiske modelberegninger i et internationalt velrenommeret software, SUMO fra franske Dynamita.

Dokumentet er af fagteknisk karakter, hvilket har været en nødvendig præmis for at imødekomme ønskerne om at svare fyldestgørende på opgaven. Dette kan besværliggøre læsningen, hvis læseren ikke er bekendt med de forskellige fagudtryk.

## 2 RESUMÉ

Der er i dokumentet gennemført en belastnings- og kapacitetsvurdering af Stegholt Renseanlæg, med følgende resultat:

Godkendt kapacitet:	83.000 PE	15.000 m <sup>3</sup> /d
Faktiske kapacitet:	45.800 PE	42.000 m <sup>3</sup> /d
Aktuel gns. belastning:	40.000 PE	11.565 m <sup>3</sup> /d
Godkendt maks. kapacitet:	4.000 m <sup>3</sup> /h	
Aktuel maks. kapacitet:	5.000 m <sup>3</sup> /h	
Aktuel maks. belastning:	3.850 m <sup>3</sup> /h	

Tilladelsen på 83.000 PE er helt tilbage fra godkendelsen i 1987, hvor der ikke var skærpede krav til kvælstof- og fosforfjernelse. Skærpelsen kom i 1999, og den godkendte kapacitet er ikke blevet nedreguleret derefter.

Den gns. reservekapacitet kan beregnes til ca. 13%. Tilkørsel af overskudsslam fra andre renselanlæg vurderes at reducere stofkapaciteten med ca. 18%, svarende til ca. 7.200 PE. Denne reduktion er inkluderet i opgørelsen.

En gennemgang af foreliggende udløbsanalyser i perioden 2009 til 2023 samt modelberegninger af en almindelig årsvariation af udløbet kan dokumentere, at der på daglig basis kan forekomme større udsving af udløbet fra Stegholt Renseanlæg. Variationerne vurderes at være i samme størrelsesorden som på andre danske renselanlæg med samme belastningsgrad, og det kan konkluderes at renselanlægget siden 2009 har overholdt gældende udlederkrav, og dette som regel med meget god margin. På årsbasis vurderes renselanlægget at have sparret vandmiljøet for 8-9 ton kvælstof og 2-3 ton fosfor. Et groft overslag på de årlige meromkostninger for at opnå denne bedre udledningskvalitet er opgjort til ca. DKK 600-700.000.

Større fokus på energiproduktion fra spildevandet fra 2019 til 2023 vurderes at være årsagen til en generel større årlig variation af kvælstofrensningen og en større udnyttelse af udledningstilladelsen, dvs. øget udledning af kvælstof. Frem til 2019, dvs. før opstart af energioptimeringen, har udledningen af kvælstof ligget forholdsvis konstant fra år til år, og dette på et lavere niveau. Strategien med i højere grad at fokusere på energibalancer vurderes at have været generelt gældende for hele den danske spildevandsbranche, hvor en energibaseret benchmarking blev mere almindelig.

I 2019 kunne det konstateres, at kvælstofudledningen havde været usædvanligt højt, og tæt på at overskride udlederkravet. Årsagen til dette enkeltstående ringe år anslås at kunne tilbageføres til flere samhørende hændelser, bl.a. en opstart af øget udtag af primærslam, udskiftning og indkøring af nyt slamafvandingsudstyr og en ikke repræsentativ prøvetagning i udløbet.

Referenceværdien for kvælstof i i udløbet fra Stegholt Renseanlæg anbefales at blive valgt ud fra den mængde overskudsslam, der forventes tilledt fra de andre mindre renselanlæg hos Arwos. Umiddelbart vurderes et valg i intervallet 4,60-5,80 mg/L, at være ganske retvisende for en referenceværdi.

Der er gennemført en procesteknisk analyse af potentialet for at manipulere med udløbskvaliteten af de afgiftsbehæftede stoffer (BOD, Total-N og Total-P) ved at slukke for slamafvanding i 3 døgn. Resultatet af analysen indikerer, at potentialet for at manipulere med udløbskvaliteten primært omfatter kvælstof, som med en 3 dages stop af slamafvandingen kan reduceres med op til 1,65 mg/L.

I den periode, hvor manipulationen påstås at være foregået, dvs. 2010 til 2018, blev slutfavandingen på Stegholt Renseanlæg foretaget med en kammerfilterpresse. Kapaciteten af pressen vurderes ikke at have

været stor nok til at kunne stoppe i 3 døgn, men i stedet måske kun 1 døgn. 1 døgn uden slamafvanding er i redegørelsen beregnet til at resultere i kvælstofreduktion i udløbet på ca. 0 (nul) mg/L.

Med udgangspunkt i et 3 dages stop af slutfvandingen, hvilket principielt ikke har været teknisk muligt at gennemføre på renseanlægget, skønnes det årlige besparelsespotentialt på grønne afgifter at udgøre ca. 0,24 mio. DKK.

Der er heller ikke i gennemgangen af udløbsanalyser fundet nogen dokumentation på, at der skulle være manipuleret med slamafvandingen i perioden 2010 til 2018.



### 3.3 Indløbsdel

Indløbsdelen har til formål at rense spildevandet for større fysiske urenheder (vatpinde, vådservietter, grene osv.) samt sand og grus. De fysiske urenheder udtages som ristegods og sand, som før bortkørsel til forbrænding og/eller deponi vaskes og afvandes.

Indløbsdelen består af følgende væsentlige enheder:

Indløbspumpestation	1 stk.	I alt 7 stk. forskellige pumper (Flygt, Myhrvold, Sarlin og Grundfos)
Ristebygværk	3 stk.	Huber tromleriste
Sandfang	1 stk.	Cirkulært
Ristegodsvasker	1 stk.	(inkl. container)
Sandvasker	1 stk.	(inkl. container)

Kapaciteten af indløbspumperne ligger på ca. 4.300 m<sup>3</sup>/h. Riste og sandfang er dimensioneret til en kapacitet på 5.000 m<sup>3</sup>/h.

#### Primært rensetrin

I det primære rensetrin foretages, dels en bundfældning af noget af det suspenderede stof i spildevandet, der som primærslam pumpes til biogasproduktion i rådnetanken, dels foretages en udligning af flow, der skal sikre at det biologiske rensetrin ikke overbelastes hydraulisk.

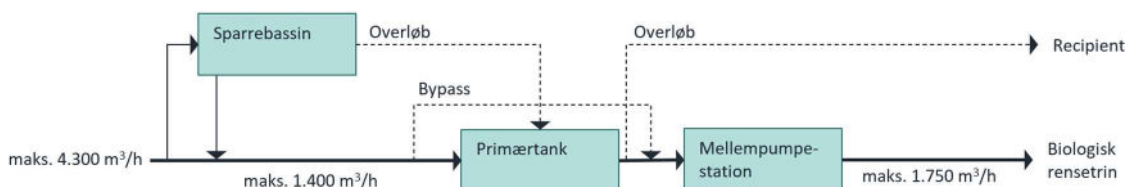
Primærdelen består af følgende væsentlige enheder:

Primærtank	1 stk.	Volumen: 1.300 m <sup>3</sup> ; Areal: 365 m <sup>2</sup> ; Gns. vanddybde: 3,56 m.
Sparrebassin	2 stk.	Serie forbundne; Samlet volumen: 4.000 m <sup>3</sup>
Mellempumpestation	1 stk.	Ukendt antal pumper og fabrikat

Kapaciteten af mellempumpestationen skønnes at ligge på ca. 1.750 m<sup>3</sup>/h.

Gennemsnitligt ledes (kun) ca. 20% af spildevandet til primærtanken. Resten ledes via bypass direkte til det biologiske rensetrin. Det er almindeligt, at renselanlæg med en primærdel tillæder alt spildevandet igennem trinnet, da dette sikrer et maksimalt udtag af primærslam til biogasproduktion og samtidig medfører energibesparelser til beluftning i det biologiske rensetrin. På Stegholt Renseanlæg kan dette erfaringsmæssigt ikke lade sig gøre, hvis der samtidig skal være tilstrækkeligt med organisk stof til kvælstoffjernelsen (denitrifikation) i det biologiske rensetrin.

Den hydrauliske konfiguration og maksimale kapacitet er skitseret i Figur 2.



Figur 2 Skitse med maksimale hydrauliske kapaciteter på Stegholt Renseanlæg.

I SCADA-systemet er der defineret en maksimal flowgrænse på mellempumpestationen, der sikrer at indløbsflowet til det biologiske rensetrin ikke overstiger 1.750 m<sup>3</sup>/h. Valget af flowgrænsen er foretaget ud fra et ønske om at undgå slamflugt fra efterklaringstankene i det biologiske rensetrin.



Ved regnhændelser, hvor indløbsflow bliver større end 1.400 m<sup>3</sup>/h, aktiveres sparebassinerne. Bassinerne fyldes så længe flowet er større end flowgrænsen, og tømmes retur til indløbet af primærtanken, så snart indløbsflowet igen kommer under 1.400 m<sup>3</sup>/h. Tømningen foretages i det omfang det er muligt indenfor flowgrænsen. Hvis bassinerne, når at blive fyldte i løbet af regnhændelsen, ledes overløbet direkte videre til primærtanken.

Hvis flowet i udløbet fra primærtanken bliver større end 1.750 m<sup>3</sup>/h vil overløbet til recipienten efter udløb fra primærtanken blive aktiveret.

### 3.4 Biologisk renselinje

I det biologiske renselinje fjernes organisk stof, kvælstof og fosfor med en sådan effektivitet, at afløbet kan ledes direkte til recipienten. Trinnet består af både anaerobe, anoxiske og aerobe zoner.

Det biologiske renselinje består af følgende væsentlige enheder:

Hydrolysetank	1 stk.	Volumen: 1.100 m <sup>3</sup>
Forbehandlingstank	1 stk.	Volumen: 1.100 m <sup>3</sup>
Bio-P tank	1 stk.	Volumen: 1.100 m <sup>3</sup>
Luftningstanke	2 stk.	Samlet volumen: 10.000 m <sup>3</sup> ; Vanddybde: 3,50 m
Beluftningsudstyr	10 stk.	Maxi 9 m rotor - 5 stk. i hver tank
Efterklaringstanke	4 stk.	Samlet volumen: 5.560 m <sup>3</sup> ; Samlet areal: 1.920 m <sup>2</sup> ; Gns. vanddybde: 2,90 m

Hydrolysetanken, forbehandlingstanken og Bio-P tanken drives anaerobt, og alle tankene har til formål at etablere gode vilkår for de mikroorganismer, som fjerner fosfor biologisk via Bio-P processen. Herudover fungerer tankene som hydrolysezoner hvor langsomt omsætteligt organisk stof gøres biologisk tilgængeligt for bl.a. kvælstoffjernelsen (denitrifikation). Den fosfor fraktion, som ikke fjernes via Bio-P processen, fjernes ved en simultanfældning med et jernbaseret fældningskemikalie (jernklorid).

Hydrolysetanken modtager en fast delstrøm af returslammet. Resten af returslammet blandes med spildevandet, som herefter kaldes procesvand. Forbehandlingstanken modtager afløbet fra hydrolysetanken samt en andel af procesvandet, som ventilreguleres på basis af indløbsflowet og via indstillinger i SCADA-systemet.

De 2 luftningstanke er opbygget som hydraulisk forbundne ringkanaler med overfladebeluftning. Under normaldrift fungerer luftningstankene som én proceslinje med fælles afløb til efterklaringstankene. Den biologiske rensning foretages alternerende ud fra en tidsbaseret fasestyring af tilløb- og afløb fra de 2 tanke med en fast konfiguration af beluftningen. Princippet er ganske almindeligt for danske renselinje etableret i 1990'erne, og vurderes fortsat at udgøre et godt design for en effektiv biologisk rensning. En ammonium og nitrat baseret on-linestyling af beluftningen sikrer herudover, at Total-N i udløbet holdes så lavt som muligt.

Afløbet fra luftningstankene ledes til de 4 efterklaringstanke, hvor procesvandets indhold af aktivt slam bundfælder før det rensede spildevand via udløbet kan ledes til recipienten. Fra efterklaringstanken returneres størstedelen af det af det bundfældede slam tilbage til luftningstankene for at sikre en fortsat biologisk rensning. En mindre del af det bundfældede slam udtages som overskudsslam og pumpes til forafvanding før det ledes videre til rådnetanken.

### 3.5 Slambehandling

Slambebehandlingen på Stegholt Renseanlæg modtager primærslam og biologisk slam fra vandbehandlingen.

Slambebehandlingen består af følgende væsentlige enheder:

Koncentreringsstank	1 stk.	Volumen: 65 m <sup>3</sup>
Homogeniseringsstank	1 stk.	Volumen: 65 m <sup>3</sup>
Forafvanding	1 stk.	Mekanisk tromleaffvander, Alfa Laval
Blandetank	1 stk.	
Slamlagertank, før RT	1 stk.	
Rådnetank (RT)	1 stk.	Volumen: 1.100 m <sup>3</sup> ; termofil
Slamlagertank, efter RT	1 stk.	Volumen: 240 m <sup>3</sup>
Slutafvanding	2 stk.	Skruepresser

Primærslammet ledes til en koncentreringsstank, og biologisk slam ledes til en homogeniseringsstank før en mekanisk forafvanding med tilsætning af polymer. Rejektvand fra koncentreringsstanken og fra forafvandingen ledes retur til mellempumpestationen.

Blanding af koncentreret primærslam og forafvandet biologisk slam foretages i en blandetank, der er forbundet med en slamlagertank. Rådnetanken kan herefter modtage blandeslam fra enten blandetank eller fra slamlagertanken. Rådnetanken drives termofil.

Fra rådnetanken ledes det urådne slam til en slamlagertank før slutafvanding, hvor slammet afvandes med tilsætning af polymer. Det afvandede slam opbevares i et containersystem, hvorfra det køres på landbrugsjord. Rejektvandet ledes retur til mellempumpestationen.

## 4 BELASTNINGSGØRELSE

Stegholt Renseanlæg modtager spildevand fra et fælleskloakeret opland og overskudsslam fra nogle af forsyningsens andre renselanlæg (Genner, Brøde, Kollund og Stenneskær). Både spildevand og overskudsslam ledes til indløbet af renselanlægget, og udgør derfor en del af den samlede belastning.

Ifølge Danmarks Statistik er der registreret ca. 17.000 indbyggere i den del af oplandet til renselanlægget, der omfatter Åbenrå by. Åbenrå Kommune opgør indbyggertallet i hele kommunen til ca. 60.000. Heraf vil nogle pendle til Åbenrå og opland for at arbejde. Til dette skal lægges en produktion af industrispildevand fra oplandets virksomheder og industrier.

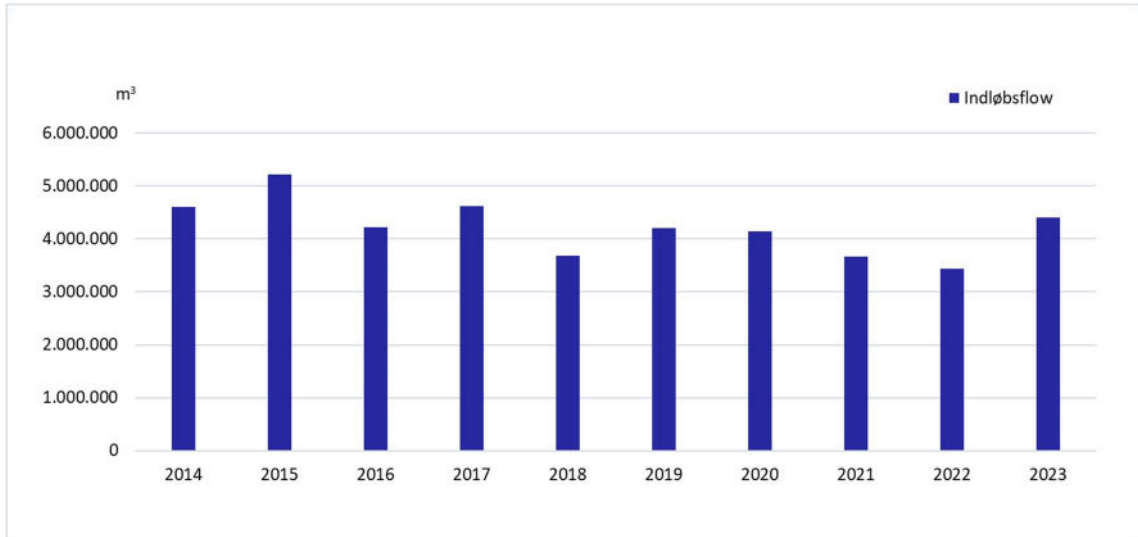
Alle disse bidrag udgør den samlede belastning af Stegholt Renseanlæg, og i dette afsnit gives et estimat på denne belastning. Belastningen opgøres, dels som en hydraulisk belastning, dels som en stofbelastning. Der gives et bud på, hvor meget af den samlede belastning som kan tilskrives tilkørslen af overskudsslam, samt laves der en opgørelse af den interne belastning fra rejektvandet fra slutafvandingen.

Til slut i afsnittet vises en samlet opgørelse af anlægsbelastningen.

### 4.1 Hydraulisk belastning

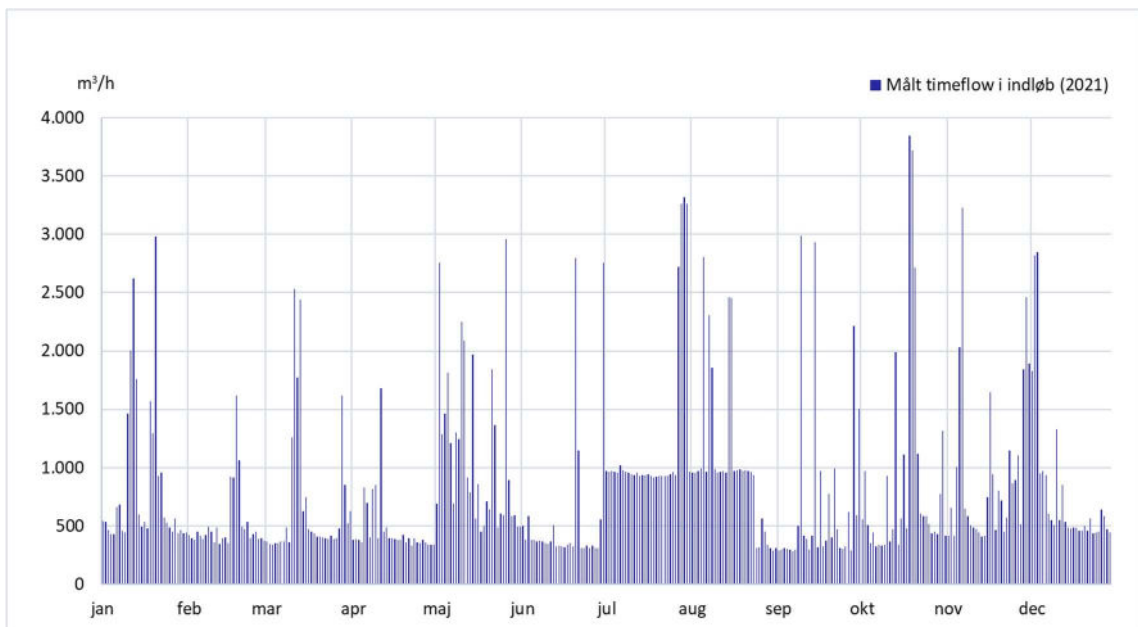
Den hydrauliske belastning af Stegholt Renseanlæg registreres og logges løbende af en flowmåler i indløbet til anlægget, og kan derfor opgøres ret præcist. Målingen registrerer både spildevand og tilkørt overskudsslam.

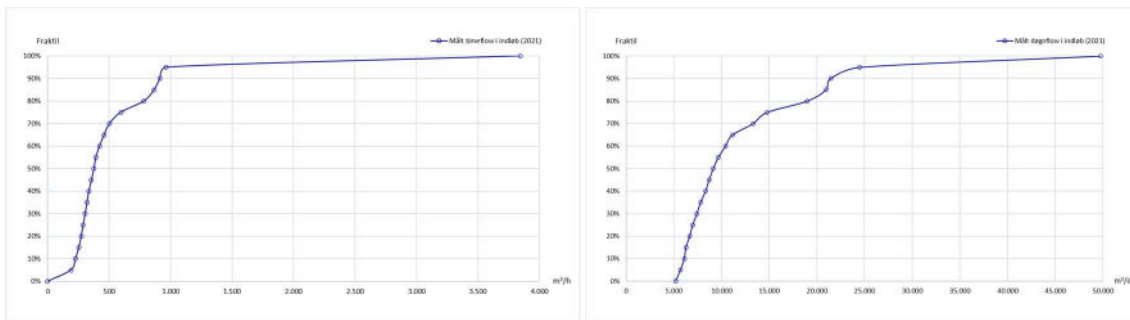
Figur 3 viser det registrerede årlige indløbsflow i perioden 2014 til 2023. Variationerne viser forskellene i nedbørsmængder de pågældende år. Den for perioden gns. årlige spildevandsmængde, beregnet som 60% fraktilen, ligger på ca. 4.221.000 m<sup>3</sup> svarende til ca. 11.565 m<sup>3</sup>/d.



Figur 3 Registreret årlig spildevandsmængde i indløbet til Stegholt Renseanlæg i 2014-2023 (gns. ca. 4.295.000 m<sup>3</sup>).

Året 2021 er pga. de tilgængelige data i SCADA-systemet valgt som reference år for bestemmelse af time- og døgnvariationen af indløbet i time- og døgn. Nedenstående ses målingerne fra 2021 og den via fraktiler statistiske behandling af data.





Figur 4 Målt timeflow i indløbet til Stegholt Renseanlæg i 2021 og tilhørende frakti-diagrammer for time og døgnværdier.

Den registrerede hydrauliske variation i indløbet til Stegholt Renseanlæg ligger indenfor rammerne af, hvad der kan forventes af et fælleskloakeret kloakopland. Tabel 2 indeholder en statistisk behandling af de hydrauliske data, gennemført i henhold til almindelig dansk branchestandard<sup>1</sup>.

Tabel 2 Estimat af den hydrauliske belastning af Stegholt Renseanlæg.

	Tørvejr	Regn
Gns.	11.565 m <sup>3</sup> /d	25.000 m <sup>3</sup> /d
Maks.	860 m <sup>3</sup> /h	965 m <sup>3</sup> /h
Maks. maks.	860 m <sup>3</sup> /h	3.850 m <sup>3</sup> /h

## 4.2 Stofbelastning

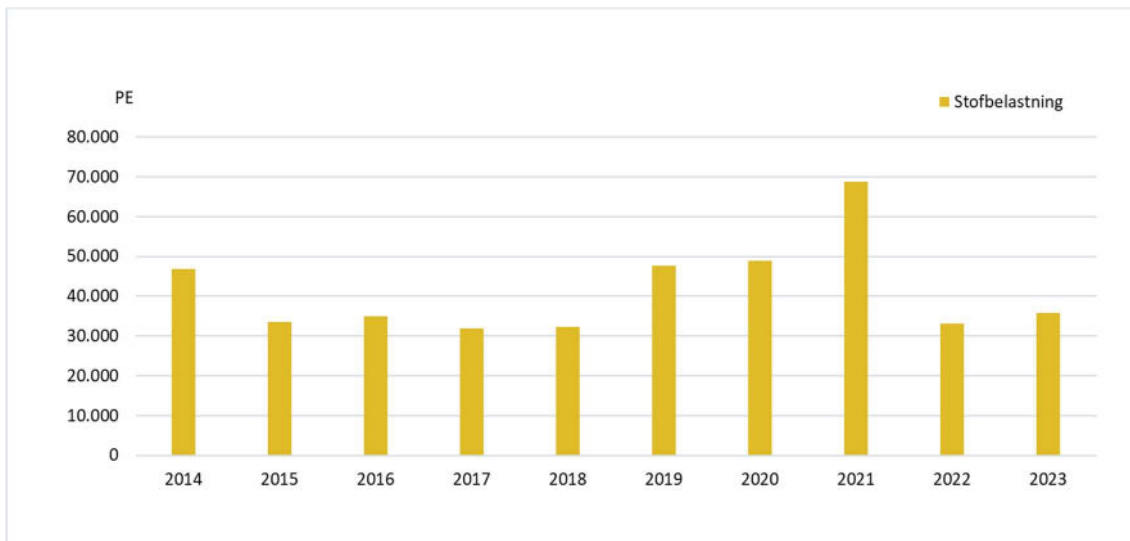
En opgørelse af stofbelastningen på et kommunalt renselanlæg som Stegholt, med et delvist fælleskloakeret opland, hvor opgørelsen baseres på interne og eksterne analyser i indløbet til renselanlægget, vil altid være behæftet med en vis usikkerhed. Analyserne dækker sammenlagt ca. 10-30% af året, hvis myndighedernes anbefalinger følges (dækningsgrad hos Arwos ligger på ca. 30%).

Det er specielt nedbørsforholdene i oplandet og graden af bundfældning og sedimentation af suspenderet stof i kloaksystemet som her udgør en meget vigtig faktor. Hvis der indgår for mange prøvetagningsdøgn med nedbør, hvor aflejringer i kloakken skylles til renselanlægget, vil dette medføre et for højt estimat af stofbelastningen. For få prøvetagningsdøgn med nedbør vil modsat resultere i et for lavt estimat.

Medtages samtidig, at der på ugentlig basis tømmes overskudsslam fra andre mindre renselanlæg til indløbet, vil den daglige variation af stofbelastningen, blive endnu mere forstærket. Tilkørsel af slam fra andre renselanlæg og belastningsbidraget herfra er beskrevet i afsnit 4.3.

Opgørelse af stofbelastningen ud fra indløbsanalyser er vist i Figur 5.

<sup>1</sup> Almindelig dansk branchestandard for beregning af dimensionsgivende hydraulisk belastning af renselanlæg: Gns. flow ved 60% frakti!; Maks. tørvejrstime ved 85% frakti!; Maks. regnflow ved 95% frakti!.

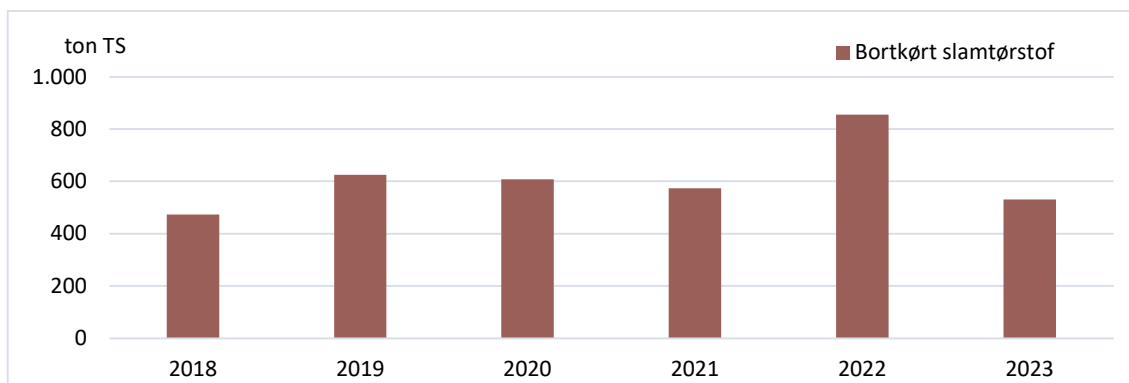


Figur 5 Estimat af den gns. daglige stofbelastning i indløbet til Stegholt Renseanlæg i 2014-2023 (gns. ca. 40.000 PE).

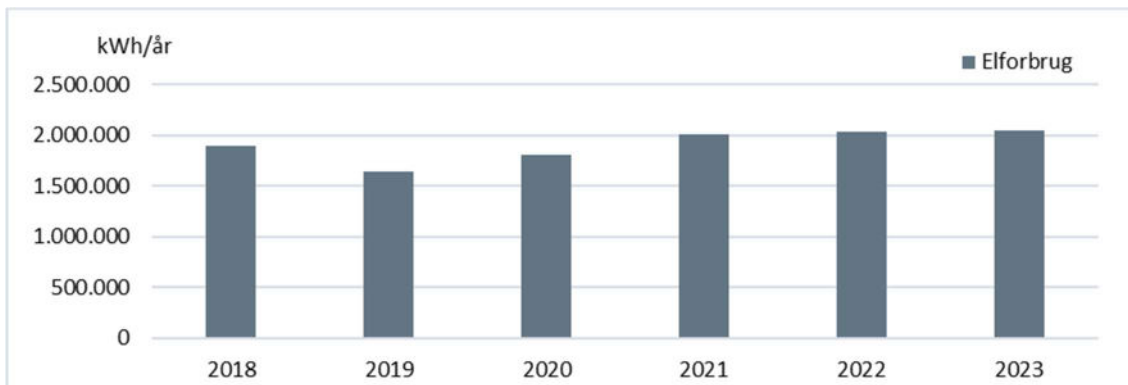
Af Figur 5 ses relativt store årlige udsving af den gns. stofbelastning – helt op til 35.000 PE fra år til år. Udsvingene afspejler i langt højere grad en måleusikkerhed end et direkte billede på, at der årligt forekommer så store til eller fraflytninger i oplandet til Stegholt Renseanlæg.

Den stigende tendens i stofbelastningen frem til 2021 kan bl.a. skyldes at flere af indløbsprøverne er udtaget på døgnet hvor der blev tilført overskudsslam fra de andre renselanlæg. Periodens gns. stofbelastning, beregnet som en 60% fraktil, kan opgøres til ca. 40.000 PE.

At der reelt ikke kan være tale om så store årlige belastningsudsving kan bl.a. dokumenteres ved at se på den årlige slamtørstofproduktion, der registreres når slammet bortkøres fra renselanlægget, samt registreringen af det årlige elforbrug. Begge dele er med få afvigelser direkte afledt af den årlige gns. stofbelastning af renselanlægget. Slamtørstofproduktionen og elforbruget på Stegholt Renseanlæg er vist i Figur 6 og Figur 7.



Figur 6 Årlig variation af bortkørte mængder af slamtørstof fra Stegholt Renseanlæg.



Figur 7 Årlig variation af elforbrug på Stegholt Renseanlæg.

Det fremgår af både slamproduktion og elforbrug, at stofbelastningen har ligget relativt konstant de seneste 3 år. Dette når udsvinget i 2022 kan tilbageføres til en renovering af rådnetanken i april 2022 til juli 2023 - en periode hvor rådnetanken blev taget ud af drift og tømt for slam, samtidig med at slammet ikke blev omsat og reduceret ved en slamudrådning.

Af begge opgørelser kan det samtidig noteres, at der ikke er synlige påvirkninger på stofbelastningen fra de nedlukninger, der blev foretaget i oplandet i 2020 pga. Corona epidemien.

En samlet gns. stofbelastning på ca. 40.000 PE vurderes derfor at være et rimeligt estimat af stofbelastningen af Stegholt Renseanlæg. Belastningen er i god overensstemmelse med både den gns. slamtørstofproduktion på ca. 610 t TS/år (15 kg TS/PE/år) og det gns. elforbrug på ca. 1.906.000 kWh/år (48 kWh/PE/år).

Det gns. normerede elforbrug på danske renselanlæg udgør ca. 50 kWh/PE/d. Stegholt Renseanlæg ligger tæt på. Men her skal det tages i betragtning, at Stegholt Renseanlæg (næsten) drives som et 1-trins renselanlæg, da udnyttelsen af primærtanken er begrænset (80% bypass). Et 1-trins renselanlæg med slamudrådning er erfaringsmæssigt den mest energiforbrugende konfiguration for et renselanlæg, da der er maksimale energiudgifter til beluftning af organisk stof og kvælstof fra rejektvandet samt et energiforbrug til drift af rådnetanken.

Data fra 2021 er i Tabel 3 anvendt til at estimere variationen af stofbelastningen med afsæt i de 40.000 PE.

Tabel 3 Estimat af den samlede stofbelastning af Stegholt Renseanlæg.

	PE -	COD kg/d	BOD kg/d	SS kg/d	Total-N kg/d	Total-P kg/d
60% fraktil	40.000	5.000	1.712	2.892	435	79,2
85% fraktil	52.200	6.529	1.885	3.812	614	133,8
95% fraktil	79.500	9.937	3.106	6.813	775	179,2
Min.	15.700	1.966	1.262	1.963	163	34,0
Maks.	104.900	13.118	3.760	8.405	1.342	350

Stofbelastningen af Stegholt Renseanlæg kan således – afhængig af den valgte prøvetagningsdag, tilkørsel af overskudsslam og vejrlig – variere alt imellem ca. 15.700 PE og 104.900 PE. Dette vurderes ikke at være usædvanligt, når der sammenlignes med lignende danske renselanlæg med samme type opland.

Af Tabel 3 indikeres at det organiske stof er lidt mindre biologisk tilgængeligt for kvælstoffjernelsen (denitrifikation) end hvad man almindeligvis kan forvente sig af organisk stof i kommunalt spildevand. Dette fremgår bl.a. af spildevandets høje COD/BOD-forhold og samtidig lave COD/SS-forhold. At COD/N forholdet ligger fint på ca. 11,5, og spildevandet dermed umiddelbart kunne antages at være velegnet til kulstofhøst i en primærtank uden at påvirke kvælstoffjernelsen negativt, kan således være misvisende. Dette kunne være forklaringen på at kun 20% af spildevandet ledes til primærtanken til kulstofhøst.

### 4.3 Belastning fra tilkørt overskudsslam

Som det fremgår af de forrige afsnit, udgør overskudsslam fra andre mindre renselanlæg hos Arwos en del af den samlede belastning af Stegholt Renseanlæg. Slammet tømnes i indløbet til anlægget sammen med spildevandet, og registreres som en del af indløbet via dels flowmålere og indløbsanalyser.

Mængder af overskudsslam, der tilkøres til renselanlægget, fremgår af Tabel 4.

**Tabel 4** Opgørelse af årlig tilførsel af overskudsslam til Stegholt Renseanlæg fra andre mindre renselanlæg i Arwos.

Renseanlæg	Opstart	Antal årlige tømninger	Årlig mængde	Årlig tørstofmængde
Genner		10	500 m <sup>3</sup>	15 t TS
Brøde		14	1.050 m <sup>3</sup>	30 t TS
Kollund	juni 2020	55	1.650 m <sup>3</sup>	40 t TS
Stenneskær	marts 2020	75	2.250 m <sup>3</sup>	73 t TS
Sum		154	5.450 m <sup>3</sup>	158 t TS

Det fremgår af tabellen at tilførslen af slam blev øget kraftigt i 2020.

Omregnet til PE svarer et læs til ca. 8.700 PE. Regnet som et årlig gns. vil dette udgøre en tilkørt stofmængde på ca. 3.700 PE ved 154 tømninger. Det skønnes, at der maksimalt kan forventes at foregå 2 daglige tømninger, svarende til ca. 17.400 PE.

Der er vigtigt at fastslå, at PE-belastningen fra det tilførte slam ikke kan sammenlignes med PE-belastningen fra spildevandet. Størstedelen af forureningsstofferne i slammet er omsat, og slammet belaster derfor ikke på samme måde som spildevand.

Det skal bemærkes at overskudsslammet – selv om det ikke direkte udgør en egentlig belastning, da der er tale om allerede omsat spildevand, alligevel udgør en belastning af renselanlægget. Bare på en anden måde. Belastningen består principielt af en nedsat kapacitet af det biologiske rensesettrin, idet overskudsslammet ikke længere er aktivt og derfor bare fylder og optager pladsen for det aktive slam i det biologiske rensesettrin og som reelt repræsenterer anlægskapaciteten. Dette giver sig bl.a. til udtryk i det lave glødetab i det biologiske slam på Stegholt Renseanlæg, der er registreret til at ligge omkring ca. 55% af tørstofindholdet. Normalt regnes med et glødetab i det biologiske slam på ca. 70%.

Efter primærdelen er der ca. 134 t TS tilbage af de årligt tilledte ca. 158 t TS (80% bypass og 70% bundfældning), som ledes til det biologiske rensesettrin. Den samlede årlige slamtørstofproduktion fra det biologiske rensesettrin på Stegholt Renseanlæg kan beregningsteknisk opgøres til ca. 730 t TS. I denne mængde udgør det "ikke-aktive" slam ca. 18%, svarende til en beregningsteknisk kapacitetsreduktion af det biologiske rensesettrin på ca. 7.200 PE. Dette er således en reelt større "gns. belastning" end hvad slammet reelt gns. indeholder af stofbelastning (3.700 PE).

#### 4.4 Egenbelastning fra rejektivand

Rejektivand beskriver internt produceret procesvand i forbindelse med den slambehandling der foregår på et renselanlæg. Rejektivand ledes altid retur til renselanlæggets rensprocesser, og udgør almindeligvis hverken en del af det målte indløbsflow eller analyserne af indløbet. Egenbelastningen fra rejektivand bør ikke medtages i beregningen af renselanlæggets samlede belastning.

På Stegholt Renseanlæg produceres der rejektivand fra følgende processer i slambehandlingen:

- Opkoncentrering af primærslam; Forafvanding af biologisk slam; Slutafvanding af udrådnet slam

Af ovenstående er det udelukkende rejektivand fra slutafvandingen, som er interessant for renselanlægget, da afvandingen foretages på udrådnet slam, og derfor vil udgøre en egenbelastning. Dette er ikke tilfældet for de to andre typer af rejektivand. Fremadrettet beskriver ”rejektivand” således rejektivand fra slutafvandingen på Stegholt Renseanlæg.

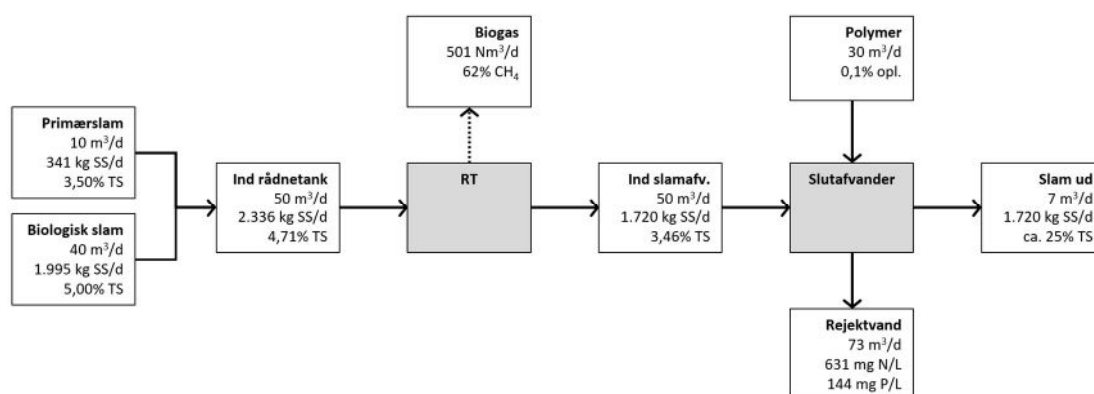
Arwos har fra slut 2021 og igennem hele 2022 gennemført en målekampagne på rejektivand, hvor der i alt er udtaget 20 stikprøver til analyse af rejektivandets sammensætning. Resultatet af den statistiske databehandling af analyserne fremgår af Tabel 5.

**Tabel 5** Sammensætning af rejektivand på Stegholt Renseanlæg. Målekampagne i 2021-2022. I alt 20 stk. analyser.

	COD mg/L	Total-N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	Total-P mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L
Gns.	559	631	578	1,98	144	140
Std.afv.	129	154	131	0,56	32,1	29,9
Maks.	796	955	839	3,30	205	198
Min.	263	413	385	1,24	94,5	94,0

For hver af analyserne findes en registrering af timeflowet på udtagningsstedet. I gns. ligger disse flowmålinger på ca. 3,1 m<sup>3</sup>/h. Værdien kan principielt ikke anvendes til at estimere den daglige rejektivandsproduktion, da afvandingen, dels ikke kan forventes at køre hele døgnet, dels vil have en varierende indfødning under drift.

Den gns. daglige rejektivandsmængde er derfor beregnet ud fra en massebalance (Figur 8) baseret på slam-mængder af primærslam og biologisk slam før og efter rådnetanken, samt registreret bortkørt slam. Massebalancen tager afsæt i den nuværende belastning på ca. 40.000 PE, samt registreret biogasproduktion, polymerforbrug og slamtørstof i de forskellige slamdelstrømme.



**Figur 8** Massebalance af slambehandlingen på Stegholt Renseanlæg ved en belastning på 40.000 PE til bestemmelse af rejektivandsmængder.



Den interne egenbelastning fra rejektivandet kan for Stegholt Renseanlæg opsummeres som vist i Tabel 6.

**Tabel 6** Estimat af gns. egenbelastning af det biologiske rensetrin fra rejektivandet på Stegholt Renseanlæg.

Flowmængde	73 m <sup>3</sup> /d	
Total-N	46,1 kg/d	631 mg/L
Total-P	10,5 kg/d	144 mg/L

Egenbelastningen af kvælstof, målt i forhold til indløbet, udgør ca. 10-11%. For fosfor udgør egenbelastningen ca. 13-14%. Opgørelsen af egenbelastningen vurderes at være indenfor normalområdet for tilsvarende renselanlæg. Den beregnede daglige mængde på 71 m<sup>3</sup> svarer til et gns. timeflow på 3 m<sup>3</sup>/h, altså tæt på den i målekampagnen registrerede værdi.

## 4.5 Samlet belastning

Tabel 7 og Tabel 8 indeholder en opgørelse af den nuværende belastning af Stegholt Renseanlæg. Opgørelsen udgør en opsummering af den redegørelse, som er gennemført i dette afsnit.

**Tabel 7** Estimat af den samlede hydrauliske belastning af Stegholt Renseanlæg.

Gns.	60% fraktil	11.565 m <sup>3</sup> /d
Tørvejr, maks.	85% fraktil	860 m <sup>3</sup> /h
Regn, maks.	95% fraktil	965 m <sup>3</sup> /h
Maks. maks.	Maks.	3.850 m <sup>3</sup> /h

**Tabel 8** Estimat af den samlede stofbelastning af Stegholt Renseanlæg.

Fraktil	60% fraktil	85% fraktil	Maks.
Spildevand	36.300 PE	43.500 PE	87.500 PE
Eksternt slam	3.700 PE	8.700 PE	17.400 PE
SUM	40.000 PE	52.200 PE	104.900 PE

Rejektivandet fra slutfvandingen er beregnet til at udgøre en egenbelastning af det biologiske rensetrin svarende til ca. 10-11% og ca. 13-14% af indløbet for henholdsvis kvælstof og fosfor.

## 5 KAPACITETSUNDERSØGELSE

Kapacitetsvurderingen af Stegholt Renseanlæg udføres både ifølge almindelig dansk dimensioneringspraksis baseret på den tyske norm for aktivt slam anlæg (ATV-DVWK-A 131), og ved dynamisk modelberegning med afsæt i det internationalt velrenommerede SUMO-værktøj.

Kapacitetsundersøgelsen omfatter vandlinjen på Stegholt Renseanlæg fra og med sparrebassinerne til og med udløb til recipient samt slambehandlingen på anlægget.

## 5.1 Sparrebassinerne

Sparrebassinerne på Stegholt Renseanlæg har til formål at sikre det biologiske rensetrin imod en hydraulisk overbelastning. I anlæggets SCADA-system er maks. tilløb til biologien sat til 1.750 m<sup>3</sup>/h. Sparrebassinerne har et samlet volumen på 4.000 m<sup>3</sup>.

Kapaciteten af sparrebassinerne opgøres som evnen til at reducere overløb til recipienten, som foregår via mellempumpestationen. Til undersøgelsen anvendes SUMO-modellen af vandlinjen på Stegholt Renseanlæg og målte timeværdier af indløbsflowet i 2021. Resultatet af den 365 dages simulering af overløb er vist i Tabel 9.

**Tabel 9** SUMO-simulering af overløb fra Stegholt Renseanlæg til recipienten i 2021.

Måned	Antal stk.	Mængde m <sup>3</sup>	BOD kg	SS kg	Total-N kg	Total-P kg
Januar	0	0	0	0	0	0
Februar	0	0	0	0	0	0
Marts	0	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0	0
Maj	0	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0	0
Juli	1	37.275	875	640	245	45
August	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0
Oktober	1	36.969	872	576	240	47
November	1	2.025	88	90	24	5
December	0	0	0	0	0	0
SUM	3	76.269	1.835	1.306	509	97

De 3 overløb i 2021 scenariet er registreret i forbindelse med kraftig og/eller længerevarende regnhændelser, hvorfor overløbet består af fortyndet spildevand, der næsten har samme kvalitet som det rensede spildevand i udløbet (ca. 6,7 mg Total-N/L og ca. 1,3 mg Total-P/L). Kapaciteten af sparrebassinerne vurderes derfor at have været tilfredsstillende i et år med nedbørsforhold som i 2021.

Det i Tabel 9 beregnede overløb registreres ingen steder, og repræsenterer en samlet årlig grøn afgift på ca. 65.000 DKK.

## 5.2 Primærtank

Primærtanken på Stegholt Renseanlæg har et volumen på ca. 1.300 m<sup>3</sup> og et overfladeareal på ca. 365 m<sup>2</sup>. Den gns. vanddybde af tanken udgør ca. 3,56 m.

Da der ikke findes overløbsmuligheder opstrøms primærtanken antages tanken at have en maks. hydraulisk kapacitet tilsvarende ristebygværk og sandfang, dvs. 5.000 m<sup>3</sup>/h. Effektiviteten af primærtanken er i Tabel 10 opgjort som tankens evne til at reducere spildevandets indhold af suspenderet stof.

**Tabel 10** Beregningsteknisk kapacitet af primærtanken på Stegholt Renseanlæg.

SS red.	Indløbsflow
25%	5.000 m <sup>3</sup> /h
40%	2.160 m <sup>3</sup> /h
47%	1.400 m <sup>3</sup> /h
50%	1.170 m <sup>3</sup> /h
60%	490 m <sup>3</sup> /h
70%	10 m <sup>3</sup> /h

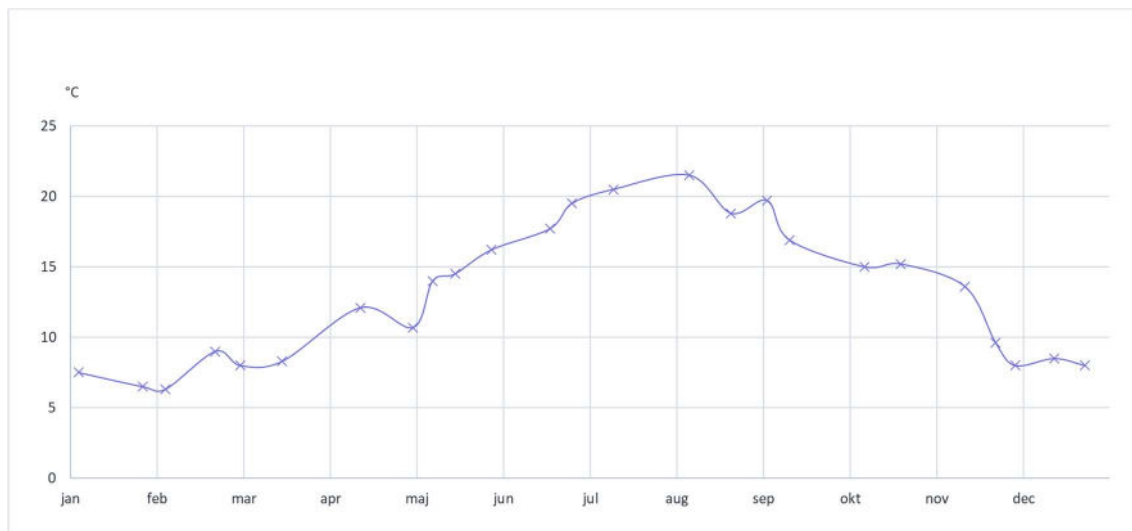
Erfaringsmæssigt kan kun ca. 20% af spildevandet ledes igennem primærtanken, hvis der også skal tages hensyn til den biologiske kvælstoffjernelse i det biologiske rensetrin. Herved går Arwos glip af en årlig biogasproduktion på ca. 151.000 Nm<sup>3</sup> (ca. 931 MWh) og en årlig besparelse på energiforbruget til rensning af spildevandet på ca. 263 MWh. Her er der antaget en reduktion af ca. 60% suspenderet stof i primærtanken.

Desværre tillader spildevandssammensætningen ikke at alt spildevand kan ledes igennem primærtanken. I afsnit 4.2 kommenteres der på sammensætningen af det organiske stof i spildevandet, idet der pga. et registreret højt COD/BOD forhold er indikationer på at det organiske stof på trods af et fint COD/N forhold ikke er helt optimal.

At kun 20% kan tilledes primærtanken er i god overensstemmelse med de teoretiske procesberegninger. Større tilledning vil medføre et behov for dosering af eksternt kulstof. I afsnit 6.3 er der gennemført en følsomhedsanalyse af en øget tilledning af spildevand til primærtanken.

### 5.3 Luftningstanke

Kapaciteten af luftningstankene afgøres i høj grad af den over året varierende procestemperatur. I Figur 9 er den i 2021 registrerede procestemperatur skitseret.



**Figur 9** Variation af procestemperatur i luftningstankene på Stegholt Renseanlæg. Data fra 2021.

Med afsæt i temperaturkurven vurderes de for kapacitetsopgørelsen dimensionsgivende procestemperaturer at kunne opgøres til:

Min. og maks. procestemperatur 7-20 °C

Kapaciteten af procesvolumenet og beluftningsudstyret fastsættes ved henholdsvis minimums- og maksimumtemperaturer.

Volumen- og beluftningskapaciteten er beregnet ved følgende forudsætninger:

Bypass, primærtank	80%
SS-reduktion i primærtank	60%
Slamkoncentration i procestanke	5,00 g MLSS/L
Slamkoncentration i returslam	12,00 g SS/L
Biologisk udbyttefaktor	0,45 g SS/g CODred
Maks. beluftningstid	55-60%
Neddykning af rotor	20 cm
$\alpha$ faktor	0,90
Intern N belastning fra rejktvand	11%
Intern P belastning fra rejktvand	14%
Andel af kemisk P fældning	25%

Nuværende kapacitet af rotorerne udgør ud fra leverandøroplysninger ved en neddykning på 22 cm ca. 8 kg O<sub>2</sub>/m rotor/h. Der er i hver af de 2 luftningstanken installeret 5 stk. 9 m rotor. Den nuværende samlede kapacitet af rotorerne udgør således 720 kg O<sub>2</sub>/h eller 360 kg O<sub>2</sub>/h. Dimensioneringen af rotorerne vurderes oprindeligt at være foretaget så den nødvendige ilt til de biologiske processer kan leveres i løbet af 50-60% af tiden.

Hvis kapaciteten skal omregnes til samme kapacitet som bundbeluftning skal der korrigeres for  $\alpha$ -faktoren. Bundbeluftningen skal således kunne levere ca.  $0,9/0,6 \times 720 = 1.080$  kg O<sub>2</sub>/h, svarende til 540 kg O<sub>2</sub>/h pr. tank. Med en vanddybde på 3,50 m og en installation af diffusorerne placeret ca. 25 cm over bunden, samt en SOTE på 5,50%/m skal blæserne kunne levere ca. 22.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Hvad angår diffusorer skal der tages et valg om den maksimale kapacitet af blæserne skal være tilgængelig i hver af tankene således at en maks. hændelse kan klares med beluftning i én tank og denitrifikation i den anden, eller at det kan accepteres at maks. hændelsen aktiverer beluftningen i begge luftningstankene.

Førstnævnte vil kræve en diffusorer kapacitet i hver af tankene på ca. 22.000 Nm<sup>3</sup>/h. Sidstnævnte ca. 11.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Resultatet af den samlede kapacitetsundersøgelse, der inkluderer procesvolumen og beluftningsudstyr, er vist i Tabel 11, hvor kapaciteten er opgørt ved forskellige procestemperaturer.

**Tabel 11** Opgørelse af den temperaturafhængige stofkapacitet af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg beregnet efter almindelig dansk dimensioneringspraksis.

Procestemperatur	Volumenkapacitet	Beluftningskapacitet	Total kapacitet
7 °C	45.800 PE	58.300 PE	45.800 PE
10 °C	63.000 PE	56.700 PE	56.700 PE
15 °C	115.000 PE	53.900 PE	53.900 PE
20 °C	200.000 PE	51.000 PE	51.000 PE

Det kan konkluderes at Stegholt Renseanlæg ikke udfylder den godkendte kapacitet på 83.000 PE, men i stedet må tilskrives en noget lavere kapacitet på ca. 45.800 PE.

Belastningen på de 45.800 PE er afprøvet i en SUMO-simulering baseret på modellen af Stegholt Renseanlæg beskrevet i afsnit 9. Den i simuleringen beregnede gns. udløbskvalitet er vist i Tabel 12.

**Tabel 12** Opgørelse af kapaciteten af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg ved en procestemperatur 7 °C ud fra modelberegninger i SUMO. Kapacitet beregnes som udløbskvalitet.

Belastning	COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	Tot-N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	Tot-P mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L
40.000 PE (7 °C)	25	1,29	5,50	6,06	1,78	3,51	1,08	0,67
45.800 PE (7 °C)	27	1,38	5,50	6,09	2,15	3,04	0,73	0,32
45.800 PE (10 °C)	27	1,33	5,50	5,73	1,92	3,10	1,12	0,72

SUMO-simuleringen i Tabel 12 viser ikke overraskende, at der i forhold til kapacitetsopgørelsen i Tabel 11 findes en reservekapacitet ved 7 °C, der kan opgøres som ca. 2 mg/L målt på kvælstof i forhold til udlederkravet på 8 mg/L.

SUMO-simuleringen vurderes at være bedre til at inkludere f.eks. onlinestyling i opgørelsen. I dette tilfælde er der tale om den ammonium og nitrat baserede onlinestyling af beluftningen i luftningstankene på Stegholt Renseanlæg.

## 5.4 Efterklaringstanke

Sparrebassinet sikrer at tilløbsflowet til den biologiske behandlingsdel, og dermed også efterklaringsdelen - ikke overstiger 1.750 m<sup>3</sup>/h under regn. Begrænsningen på de 1.750 m<sup>3</sup>/h repræsenterer et maks. dagligt flow på 42.000 m<sup>3</sup>.

Kapacitetsberegningerne af klaringsstankene med et samlet overfladeareal på ca. 1.920 m<sup>2</sup> og en gns. vanddybde på ca. 2,90 m er vist i Tabel 13.

**Tabel 13** Beregnet hydraulisk kapacitet af efterklaringsdelen på Stegholt Renseanlæg.

Slamkoncentration i procestanke	Slamkoncentration i returslam	Udløbskvalitet, regn	Hydraulisk kapacitet	HOB	SOB
g MLSS/L	g SS/L	mg SS/L	m <sup>3</sup> /h	m/h	kg SS/m <sup>2</sup> /h
5,00	13,0	5-10	1.750	0,91	7,40
4,50	12,0	5-10	1.920	1,00	7,20

Med et samlet overfladeareal på ca. 1.920 m<sup>2</sup> og en gns. vanddybde på ca. 2,90 m vil klaringsstankenes hydrauliske kapacitet beregningsteknisk ligge mellem 1.750 og 1.900 m<sup>3</sup>/h - alt afhængig af slamkoncentrationen i procestankene.

## 5.5 Rådnetank

Kapaciteten af den termofile rådnetank på 1.100 m<sup>3</sup> er hydraulisk bestemt ud fra en min. hydraulisk opholdstid på 12 døgn, samt en forudsætning om at der skal være kapacitet til at reducere slamkoncentrationen i luftningstankene med 1 g MLSS/L i løbet af 14 dage. Det antages, at slamtørstoffet i primærslam

ligger på min. 4,5% TS og min. på 4,5% TS i det biologisk slam efter henholdsvis koncentrerings- og mekanisk forafvandning.

Kapacitet, indfødning	91,7 m <sup>3</sup> /d
Kapacitet, til red. af MLSS i luftningstanke	15,9 m <sup>3</sup> /d
Kapacitet til alm. drift, slammængde	75,8 m <sup>3</sup> /d
Kapacitet til alm. drift, slamtørstof	ca. 3.350 kg TS/d (ca. 4,42 % TS)
Maksimal kapacitet	ca. 4.050 kg TS/d (ca. 4,42 % TS)

En samlet slamproduktion på 3.350 kg TS/d vil med 80% bypass af primærtankene svare til en belastning i indløbet til Stegholt Renseanlæg på ca. 59.000 PE.

## 5.6 Slutfvanding af slam

De to skruepresser har en samlet kapacitet på 220 kg TS/h. For at håndtere den maksimale slamtørstofmængde på 4.050 kg TS/d, der kan ledes igennem rådnetanken, skal skruepresserne køre i ca. 129 h/uge, svarende til ca. 77% af tiden.

# 6 FØLSOMHEDS- OG KONSEKVENSANALYSE

I dette afsnit gennemføres en række følsomhedsanalyser, der har til hensigt at afklare forskellige spørgsmål som der skal redegøres for i denne procestekniske gennemgang af Stegholt Renseanlæg.

## 6.1 Ekstra driftsomkostninger ved rensning under udlederkrav

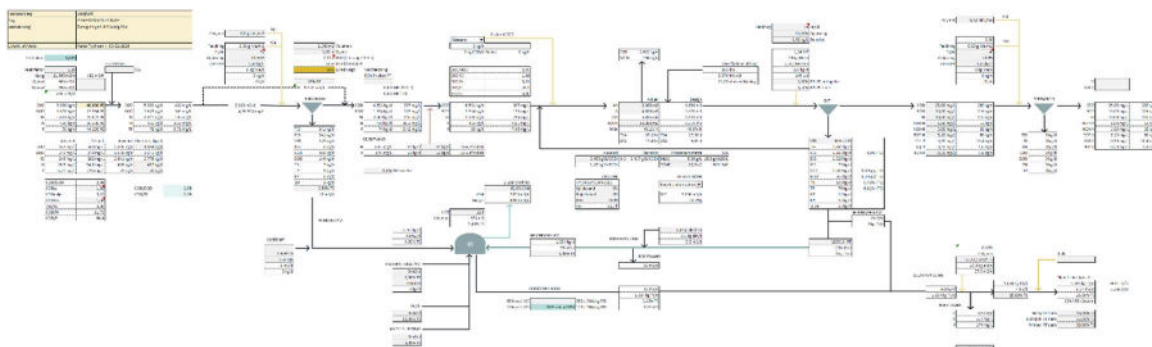
Nedenstående estimeres de ekstraomkostningerne der er forbundet med at rense spildevandet bedre end de gældende udlederkrav.

Udgangspunktet er en rensning til følgende kvalitet:

COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	Tot-N mg/L	Tot-P mg/L
26,0	3,00	5,00	5,80	0,75

Denne udløbskvalitet medfører, at Stegholt Renseanlæg årligt sparer vandmiljøet for en udledning på ca. 8-9 ton kvælstof og ca. 2-3 ton fosfor, hvis der tages afsæt i den nuværende gns. spildevandsmængde.

Beregningen er foretaget ud fra massebalancer og en total model af Stegholt Renseanlæg, som er opstillet i Excel. Modellen er vist nedenstående.



I beregningerne forudsættes en stofbelastning på gns. 40.000 PE og en daglig gns. spildevandsmængde på 11.565 m<sup>3</sup>. Bypass af primærtanken er sat til 80% og Bio-P processen antages at udgøre ca. 54% af fosforfjernelsen. Enhedspriserne er sat til følgende:

El køb	3,00 DKK/kWh
Fældningskemikalie	1,50 DKK/kg
Polymer	70,00 DKK/kg
Vand	30,00 DKK/t
Slamdisponering	400,00 DKK/t

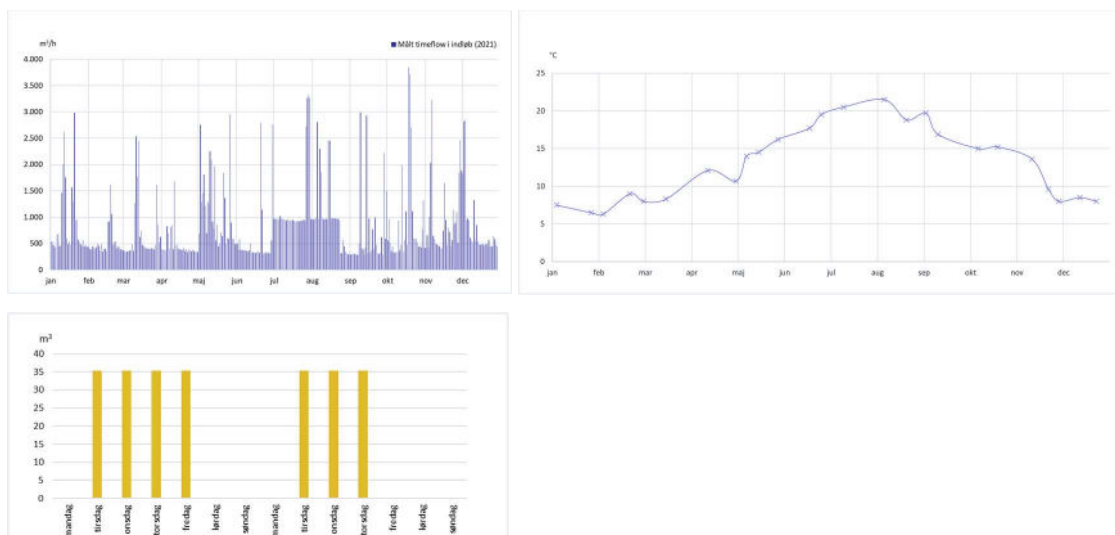
Ekstraomkostningerne kan for de relevante parametre opgøres som vist nedenstående:

	Ekstra udgift
El	314.000 DKK/år
Fældning	18.000 DKK/år
Polymer	146.000 DKK/år
Vand	63.000 DKK/år
Slam	142.000 DKK/år
<b>Total</b>	<b>683.000 DKK/år</b>

## 6.2 Almindelig variation af udløbskoncentrationer

I denne følsomhedsanalyse undersøges hvor meget udløbskvaliteten reelt kan ændre sig under normal drift fra dag til dag hen over året. Resultatet af undersøgelsen anvendes bl.a. i redegørelsen for valg af referencekoncentration af kvælstof i udløbet fra Stegholt Renseanlæg.

Til gennemførelse af den 365 dages analyse anvendes SUMO-modellen af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg. Modellen er beskrevet i afsnit 9. Input til modellen fremgår af nedenstående forudsatte variation af indløbsflow og procestemperatur. Slamkoncentrationen er i hele perioden holdt på 5,0 g MLSS/L.



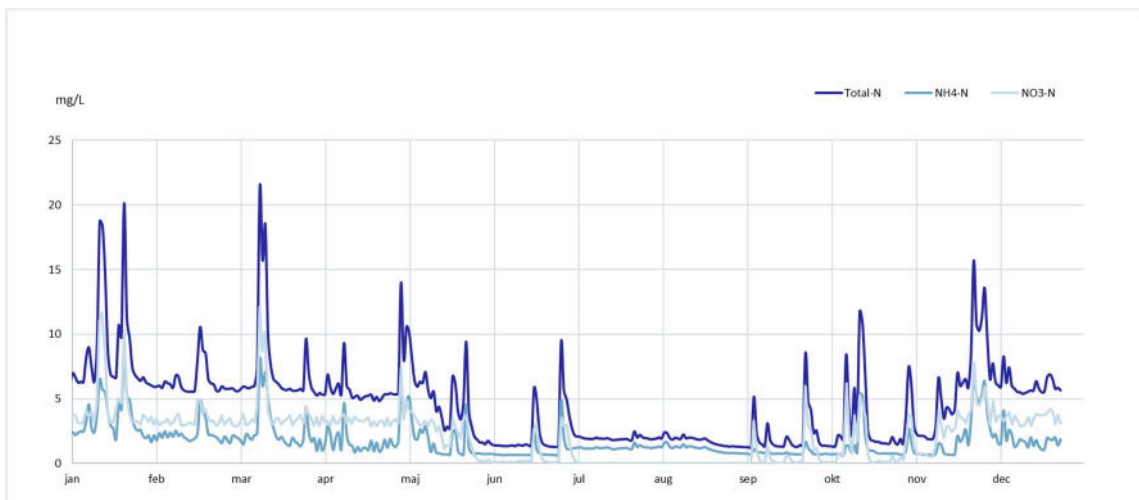
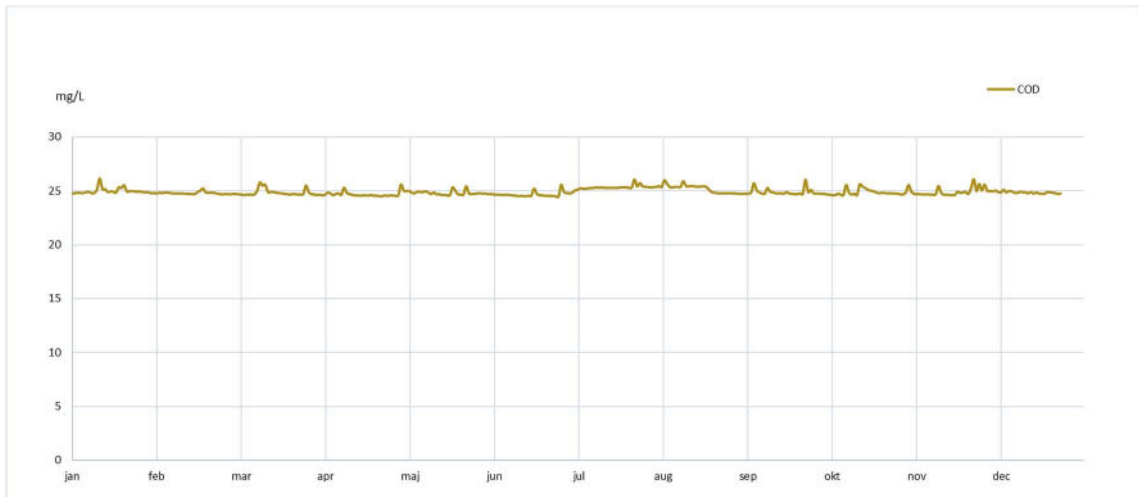
Rejektvandet tilledes kontinuert med et fast flow på 73 m<sup>3</sup>/d.

Stofbelastningen i simuleringen kan statistisk opgøres til følgende:

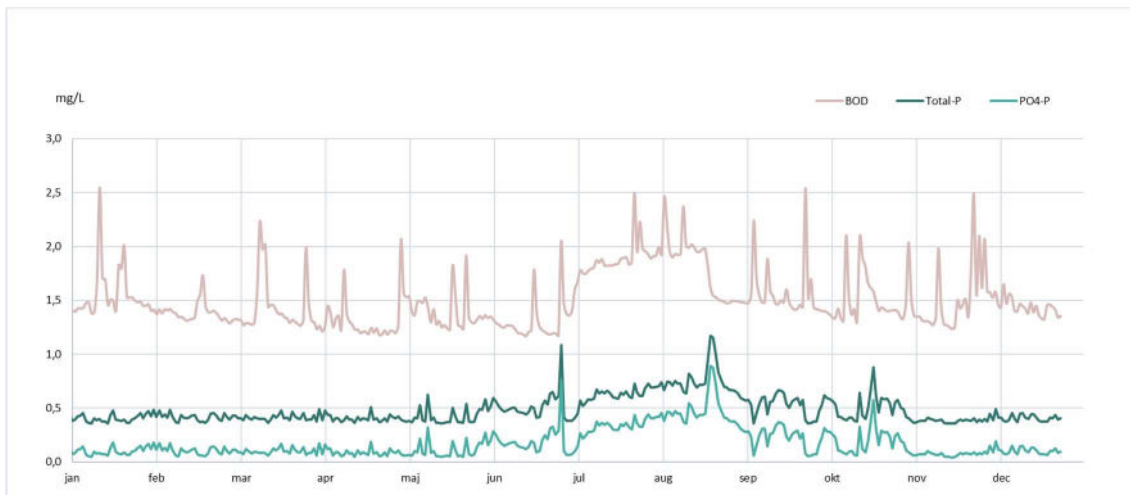
Fraktil	60% fraktil	85% fraktil	95% fraktil
Belastning	41.000 PE	83.600 PE	95.600 PE

Belastningen vurderes at være meget tæt på den forudsatte gns. stofbelastning opgjort i Tabel 8.

Den simulerede variation af udløbskvaliteten er vis i de 3 efterfølgende diagrammer.





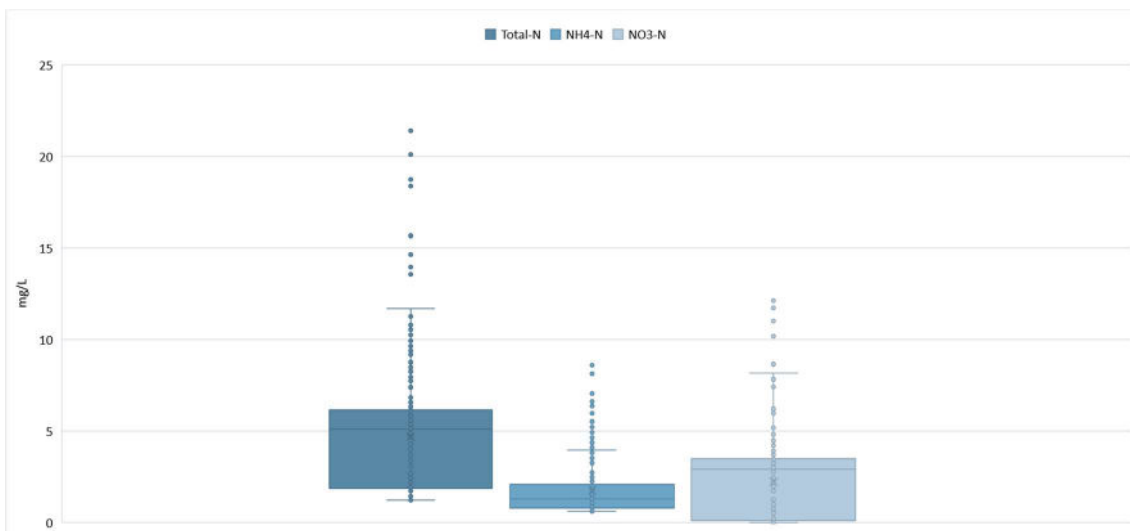


Det kan ud fra den 365 dages simulering konkluderes, at der kan og vil forekomme større variationer af udløbskvaliteten alt afhængig af hvilke dage der udtages prøver på.

Simuleringens udløbskoncentration kan også opstilles statistisk som vist i efterfølgende tabel.

Belastning	COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	Tot-N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	Tot-P mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L
60% fraktil	24,9	1,48	5,50	5,60	1,63	3,10	0,45	0,15
85% fraktil	25,3	1,84	5,50	6,85	2,53	3,75	0,63	0,33

Simuleringen af kvælstofkoncentrationen er i nedenstående figur opgjort i et kassedigram, der direkte kan sammenlignes med gennemgangen i afsnit 7.2.



### 6.3 Drift af primærtank

Denne følsomhedsanalyse har til hensigt at undersøge hvordan udløbskvaliteten af kvælstof påvirkes af hvor meget spildevand der ledes til primærtanken på Stegholt Renseanlæg. Resultatet af undersøgelsen anvendes bl.a. i redegørelsen for valg af referencekoncentration af kvælstof i udløbet fra Stegholt Renseanlæg.

Til gennemførelse af analyse anvendes SUMO-modellen af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg beskrevet i afsnit 9. Stofbelastningen udgør 40.000 PE. Tilløbet af spildevand er defineret ved et fast flow på ca. 9.000 m<sup>3</sup>/d. Rejektvand og tilkørsel af overskudsslam er sat til at udgøre henholdsvis 73 m<sup>3</sup>/d og 15 m<sup>3</sup>/d. Procestemperaturen er sat til 10 °C. Slamkoncentrationen i luftningstankene udgør 5,0 g MLSS/L. Styringen af beluftningen er sat til at holde omtrent samme koncentration af ammonium (NH<sub>4</sub>-N) i udløbet.

Tilledning til primærtank	Tot-N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L
10%	4,50	0,70	3,02
20%	6,45	0,67	4,99

Følsomhedsanalysen viser meget tydeligt, hvorfor der på Stegholt Renseanlæg historisk set ikke er tilledt den fulde mængde af spildevand til primærtanken. I praksis har driften ved forsøg på at tillede mere spildevand til primærtanken for at øge biogasproduktionen og reducere elforbruget til beluftningen i de biologiske rensetrin været nødsaget til i perioder at dosere eksternt kulstof.

Det kan samtidig konstateres at en forøgelse fra 10% til 20% tillledning i analysen er beregnet til at øge Total-N i udløbet med ca. 2,0 mg/L.

## 6.4 Drift af slamafvanding

I følsomhedsanalysen af slampressen undersøges effekten på udløbskvaliteten ved stop af tilbageledning af rejektvand fra slutfavanding af udrådnet slam i en periode.

Til gennemførelse af analyse anvendes SUMO-modellen af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg, beskrevet i afsnit 9. Stofbelastningen udgør 40.000 PE. Tilløbet af spildevand er defineret ved et fast flow på ca. 9.000 m<sup>3</sup>/d. Rejektvand og tilkørsel af overskudsslam er sat til at udgøre henholdsvis 73 m<sup>3</sup>/d og 15 m<sup>3</sup>/d. Procestemperaturen er sat til 10 °C. Slamkoncentrationen i luftningstankene udgør 5,0 g MLSS/L. I styringen af beluftningen forsøges at holde ammonium (NH<sub>4</sub>-N) på ca. 1,00 mg/L for herved at få nitrat (NO<sub>3</sub>-N) ned på et minimum. Det forsøges også at sikre, at en for lav nitratkoncentration ikke medfører en for stor frigivelse af fosfat fra Bio-P processen. Tiltagene

I undersøgelsen tages der afsæt i følgende antaget drift af slamafvandingen og dermed også rejektvandsproduktion:

- 2 dage med almindelig drift (slampresse kører almindeligt = almindelig rejektvandsproduktion)
- 3 dage hvor slampressen er taget ud af drift (ingen rejektvandsproduktion), og på tredje dagen udtages en døgnprøve
- På dag 5 (efter prøveudtagningsdøgnet) indhentes det forsømte over 5 døgn (øget drift af slampresse = øget rejektvandsproduktion)
- Fra døgn 10 til døgn 15 er der igen almindelig drift af slampressen (almindelig drift af slampresse = almindelig rejektvandsproduktion)

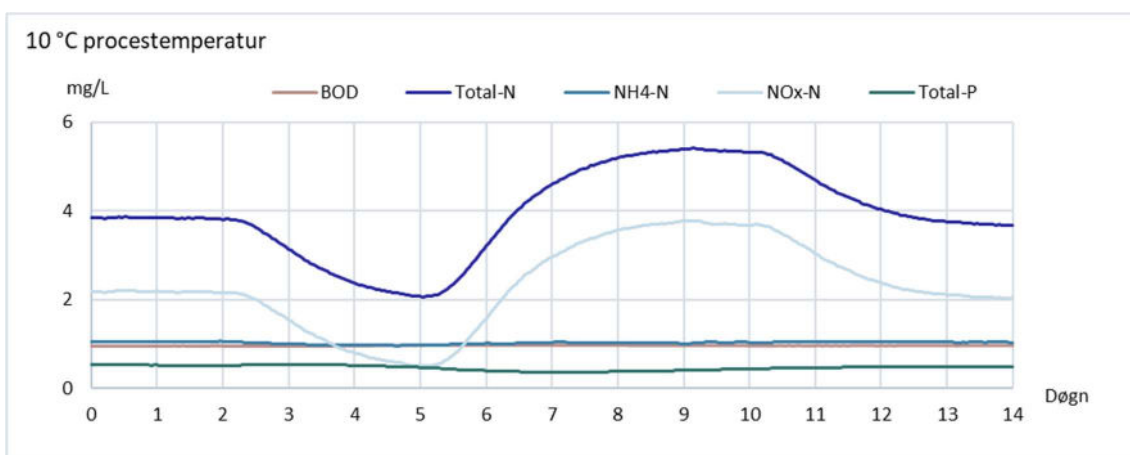
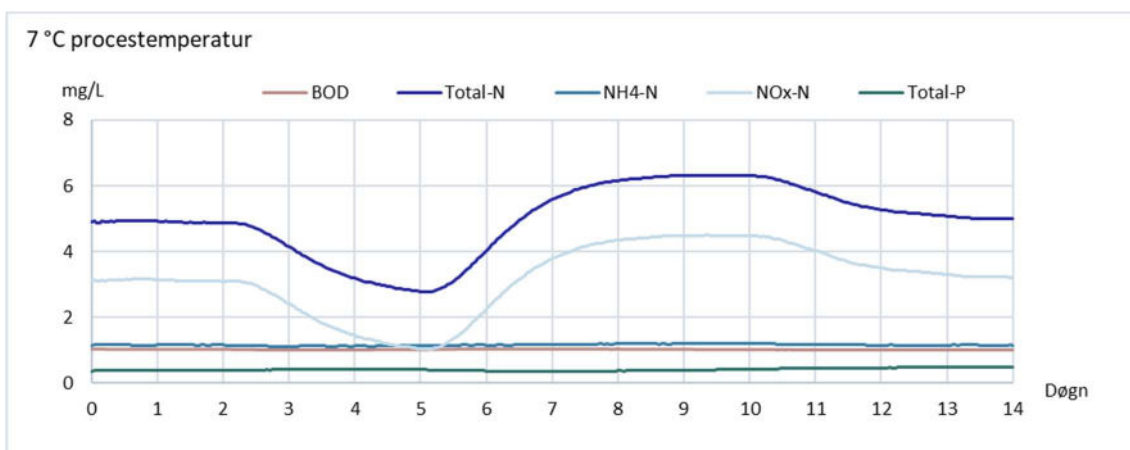
Scenariet kræver naturligvis at slamafvandingen har den nødvendige kapacitet til at nå det forsømte. Antagelsen giver følgende profil af rejektivandsflowet over 14 dage:

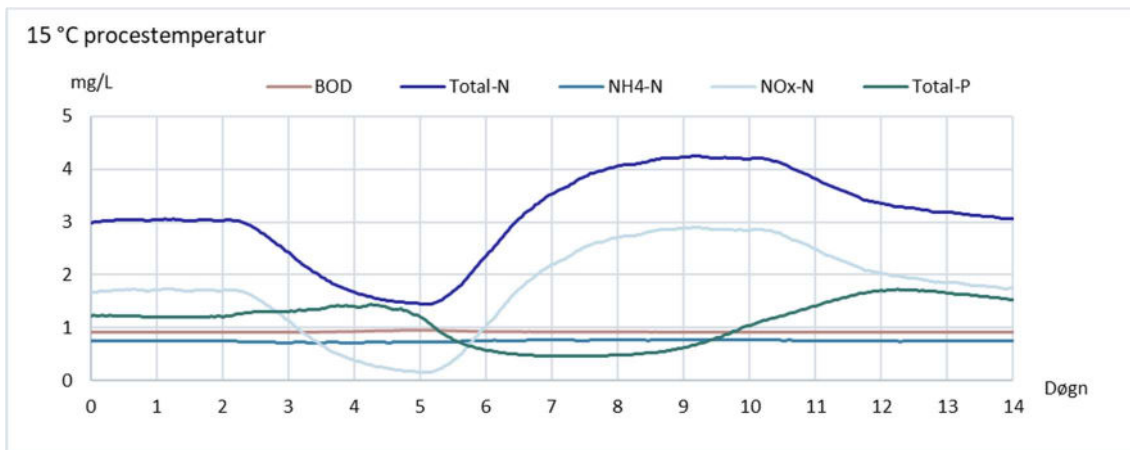


Koncentrationerne i rejektivandet er sat til følgende:

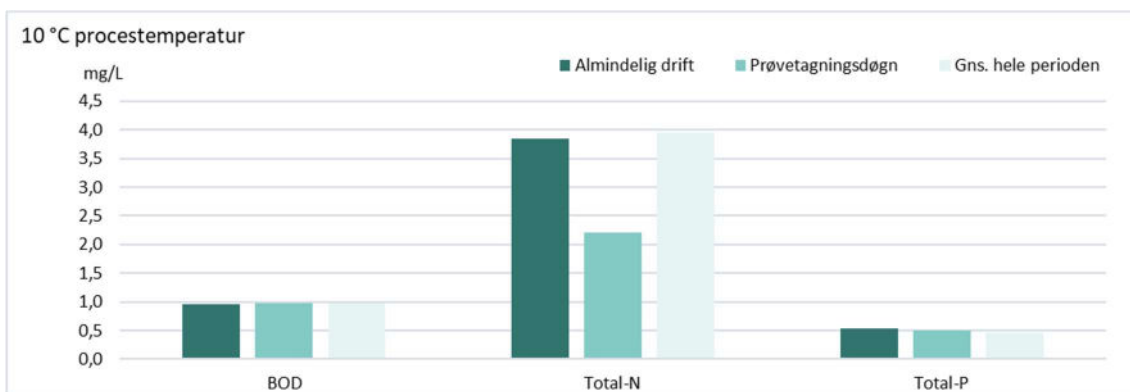
COD mg/L	Total-N mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	Total-P mg/L	PO <sub>4</sub> -P mg/L
559	631	578	1,98	144	140

Der er lavet en simulering af udløbskvaliteten for en kold periode (procestemperatur på 7 °C), en gns. periode (procestemperatur på 10 °C) og en varm periode (procestemperatur på 15 °C). Resultatet af simuleringerne af udløbskvaliteten er vist i de 3 nedenstående diagrammer.





Effekten af stop af tilledning af rejktvand i 3 dage har som det fremgår af diagrammerne en synlig betydning for udløbskvaliteten. Der registreres et tydeligt fald i løbet af de 3 dage med stop af rejktvandstilledningen. I de efterfølgende 5 døgn hvor det forsmømt indhentes, ses en stigning af stofkoncentrationer i udløbet. Hvis der arbejdes videre med simuleringen ved procestemperaturen på 10 °C, der mere eller mindre repræsenterer et gns., kan udledningen af de afgiftsbetingede stoffer (BOD, Total-N og Total-P) opgøres til følgende:



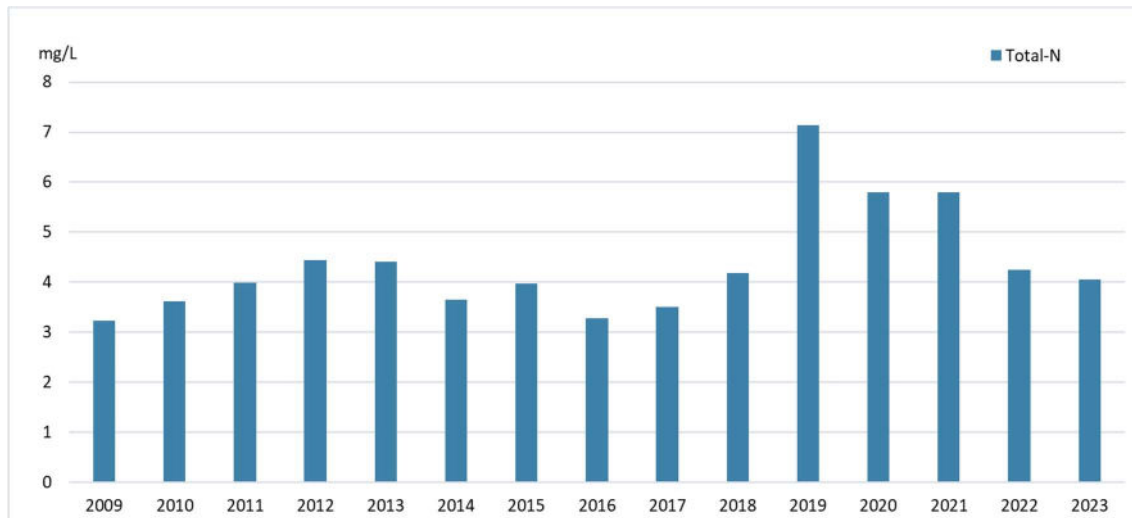
Et stop af tilledning af rejktvand i 3 dage med efter 5 dage med indhentning af det forsmømt har en synlig effekt på specielt kvælstofkoncentrationen i udløbet. BOD og Total-P påvirkes ikke nævneværdigt. På dag 3 med stop er kvælstofkoncentrationen i simuleringen reduceret med ca. 1,65 mg/L. Set over hele simuleringsperioden på 14 døgn vil et stop-strategien øge den gns. kvælstofkoncentration i udløbet med ca. 0,10 mg/L i forhold til en kontinuert tilledning af rejktvand.

## 7 REFERENCEGRUNDLAG FOR UDLØBSKONCENTRATIONER AF KVÆLSTOF

I dette afsnit redegøres der for den udløbskoncentration af kvælstof, målt som Total-N, der giver det mest korrekte billede af kvælstof i udløbet fra Stegholt Renseanlæg, og som fremadrettet kan bruges som baseline og referenceværdi.

## 7.1 Årlig variation af kvælstofkoncentrationer i udløbet

Den årlige gns. variation af Total-N er vist Figur 10.



**Figur 10** Opgørelse af gns. værdier af Total-N koncentrationer (ikke flowvægtede) udløbet fra Stegholt Renseanlæg i perioden 2009-2023.

Opgørelsen i Figur 10 er resultatet af en beregning uden flowvægtning, hvilket dog ikke vurderes at flytte på den overordnede konklusion om, at Stegholt Renseanlæg - med undtagelse af 2019 - i alle år har opfyldt udlederkravet til kvælstof på 8 mg Total-N/L, og dette med en god margin. I afsnit 6.1 findes en opgørelse af hvad denne bedre rensning har kostet Arwos i ekstra driftsudgifter.

Af opgørelsen i Figur 10 bliver det også tydeligt, at den gns. stofkoncentration af Total-N i udløbet i 2019-2021 ligger højere end perioden 2009-2018. I 2022 og 2023 falder den gns. udløbskoncentrationen af Total-N igen ned til næsten samme niveau som før 2019. Observationen er tydeliggjort i Tabel 14.

**Tabel 14** Opgørelse af gns. stofkoncentrationer af Total-N i udløbet fra Stegholt Renseanlæg i udvalgte perioder.

2009-2018	3,87 mg Total-N/L
2019	7,14 mg Total-N/L
2020-2021	5,82 mg Total-N/L
2022-2023	4,15 mg Total-N/L

## 7.2 Gennemgang af mulige referenceår

Nedenstående gennemgås de mulige referenceår for valg af baseline for kvælstofkoncentrationen i udløbet fra Stegholt Renseanlæg. Der tages udgangspunkt i de perioder, der er defineret i Tabel 14.

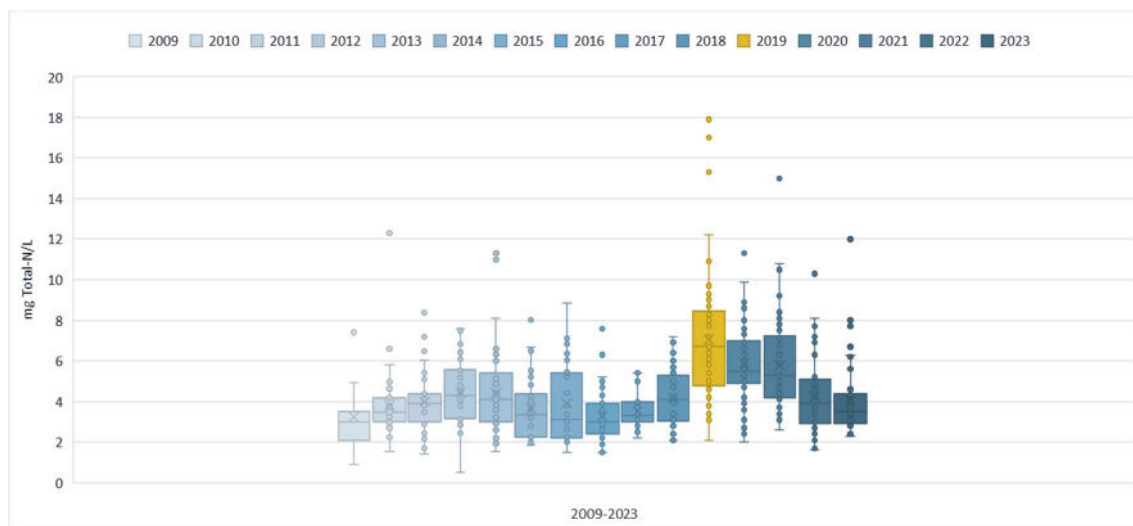
### 2009-2018

Umiddelbart ligger årene 2009-2018 for lang tid tilbage til at give et retvisende billede af kvælstof i udløbet fra Stegholt Renseanlæg. Udover at der kan være sket ændringer i oplandet medtager årene ikke de tiltag, der er gennemført, f.eks. udskiftning af kammerfilterpressen med to skruepresser i 2019, forsøg på energioptimering ved øget udtag af primærslam efter anbefalinger i Envidan rapport fra oktober 2017 samt øget tilkørsel overskudsslam fra andre renselanlæg i 2020. Alle tiltag, der har haft en positiv effekt på

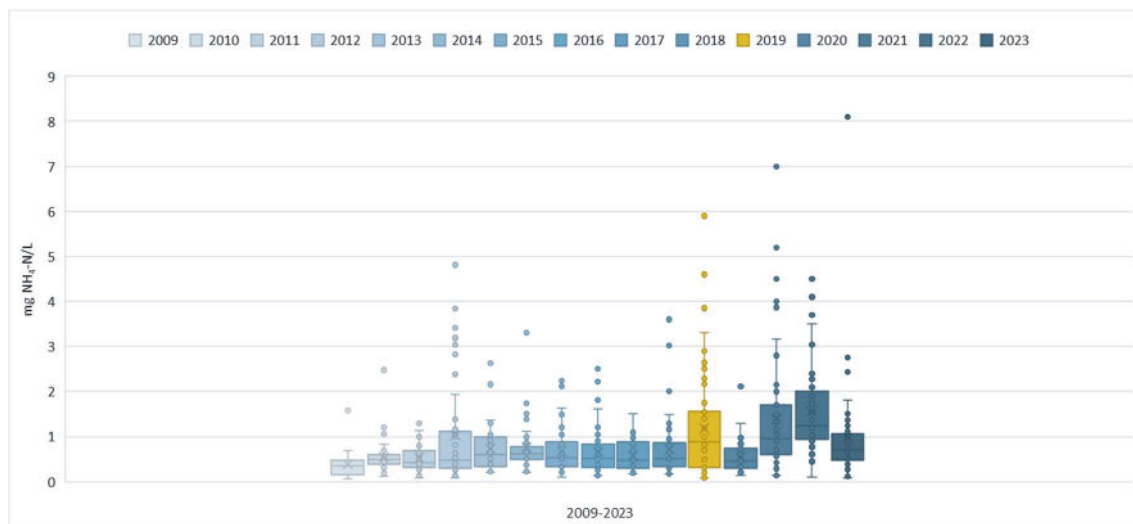
energibalancen, vurderes samtidig at have haft en negativ indflydelse på kvælstofkoncentrationen i udløbet (afsnit 5.2).

### 2019

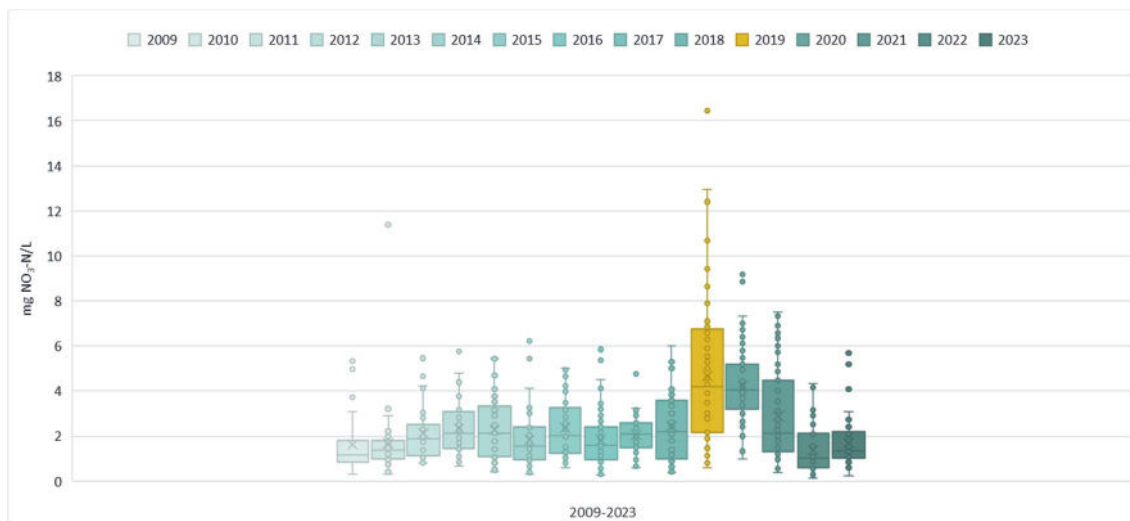
2019 vurderes at være et ganske særligt år, hvor der er et statistisk uheldigt sammentræf af prøvetagningsdage i døgn med øget kvælstofkoncentration i udløbet. Afvigelsen i år 2019 er illustreret i de nedenstående kassediagrammer i Figur 11 - Figur 13 for kvælstofkoncentrationen i udløbet fra Stegholt Renseanlæg.



Figur 11 Kassediagram for koncentrationen af Total-N i udløbet fra Stegholt Renseanlæg i perioden 2009 til 2023.



Figur 12 Kassediagram for koncentrationen af ammonium (NH<sub>4</sub>-N) i udløbet fra Stegholt Renseanlæg i perioden 2009 til 2023.



Figur 13 Kassediagram for koncentrationen af nitrat (NO<sub>3</sub>-N) i udløbet fra Stegholt Renseanlæg i perioden 2009 til 2023.

I kassediagrammerne indeholder "kassen" halvdelen af analyseresultaterne, og jo større kassen er des større variation har der været i analyserne. Stregen i kassen viser medianen, hvor en skævhed i observationerne viser sig ved, at medianen ikke er midt i kassen. Krydset i kassen udgør middelværdien. Kassens "haller" illustrerer de analyseresultater, der ligger i det ydre område, og antallet af analyser i det ydre område er også et tegn på hvor stor variationen har været i forhold til til normalområdet i kassen.

Det bliver af kassediagrammerne tydeligt, at der stort set hvert år må forventes at være en variation af kvælstofkoncentrationen i det rensede spildevand i udløbet fra Stegholt Renseanlæg. Samtidig bliver afvigelsen i 2019 synliggjort, og det kan konstateres at den i 2019 høje gns. udløbskoncentration af kvælstof delvist kan tilbageføres til usædvanligt store variationer på enkeltprøver – specielt hvad angår nitrat. Ammonium ser i ud til at være holdt i et rimeligt niveau (< 1 mg NH<sub>4</sub>-N/L).

Der findes hvert år en statistisk mulighed for at prøvetagningen foretages på døgn, der sammenlagt ikke giver et repræsentativt billede af den gns. udløbskvalitet. I følsomhedsanalysen i afsnit 6.2 fremgår, hvor stor variation, der reelt kan forventes at være af udløbskvaliteten fra Stegholt Renseanlæg mellem dagene hen over et almindeligt år. Et billede, der er helt almindeligt for et kommunalt renselanlæg, og forklaringen på hvorfor udlederkravet til renselanlæg er baseret på en middelværdi, jf. DS2399.

### 2020-2021

Perioden vurderes at give et ganske godt billede af den gns. kvælstofkoncentration i udløbet. I 2020 påbegyndes tilkørslen af den mængde overskudsslam, som fremadrettet vurderes at være den mængde, som anlægget skal kunne håndtere. Tiltag for energioptimering er gennemført og rådnetanken er i drift i hele perioden. Perioden dækker over den Corona-betingede nedlukningsperiode, der dog, jf. belastningsopgørelsen i afsnit 4.2, ikke vurderes at have påvirket renselanlægget synligt. Det kan samtidig være at årene ikke er helt opdaterede, hvad angår ændringer i oplandet.

### 2022-2023

Faldet af kvælstof i udløbet i 2022 og 2023 kan tilbageføres til at rådnetanken i den periode er ude af drift, og det dermed ikke er muligt at udtage primærslam samtidig med at egenbelastningen fra rejektvandet forsvinder. Umiddelbart vurderes den periode ikke at være retvisende. Det ville ellers have været oplagt at anvende de seneste 2-3 år som reference, da man her er helt sikker på at have fået de seneste ændringer i oplandet med.

### 7.3 Valg af reference for kvælstofkoncentration i udløbet

Ved valg af de retvisende referenceværdier for kvælstofkoncentrationer i udløbet fra Stegholt Renseanlæg, vist i Tabel 15, er der taget udgangspunkt i ovenstående redegørelse samt er der udvist hensyn til, dels eksisterende udlederkrav til kvælstof på 8 mg/L, dels mulighederne for at drive et energioptimeret anlæg med en fornuftig biogasproduktion.

Der er ligeledes udført nogle 365 dages simuleringer i SUMO-modellen af Stegholt Renseanlæg, hvor den gns. udledning af kvælstof er beregnet med forskellig grad af tilførsel af overskudsslam.

Frem til 2020 blev der årligt tilført ca. 45 ton slamtørstof fra renseanlæggene i Genner og Brøde. Fra og med 2020 blev der også årligt tilført ca. 113 ton slamtørstof fra renseanlæggene i Kollund og Stenneskær Renseanlæg, så den samlede årlige tilledning steg til 158 ton TS.

Resultatet af simuleringerne fremgår af Tabel 15.

**Tabel 15** Beregnede gns. udløbskoncentrationer af kvælstof i SUMO-modellen af Stegholt Renseanlæg ved forskellige tilførsler af overskudsslam.

Overskudsslam fra	Genner, Brøde, Kollund og Stenneskær	Genner, Brøde og Stenneskær	Genner og Brøde
Susp. N	0,80 mg/L	0,80 mg/L	0,80 mg/L
NH <sub>4</sub> -N	1,50 mg/L	1,10 mg/L	0,60 mg/L
NO <sub>3</sub> -N	3,50 mg/L	2,70 mg/L	2,10 mg/L
Total-N	5,80 mg/L	4,60 mg/L	3,50 mg/L

Referenceværdien for kvælstof i i udløbet fra Stegholt Renseanlæg anbefales at blive valgt ud fra den mængde overskudsslam, der forventes tilledt. Umiddelbart vurderes et valg i intervallet 4,60-5,80 mg/L at være ganske retvisende for en referenceværdi.

## 8 MANIPULERING AF UDLØBSKVALITET VED STOP AF SLAMAFVANDINGEN

I dette afsnit redegøres der for, hvorvidt der kan findes dokumentation for påstanden om, at driftspersonalet på Stegholt Renseanlæg i perioden 2010-2018 har manipuleret med udløbskvaliteten i forbindelse med de lovpligtige eksterne udløbsanalyser. Formålet med den påståede manipulering skulle reducere udgifterne til grønne afgifter ved at ved at stoppe for slamafvandingen 1-2 dage før prøveudtagningen skulle finde sted.

### 8.1 Potentiale for reduktion

I følsomhedsanalysen i afsnit 6.4 er der gennemført SUMO-simuleringer af udløbskvaliteten når slamafvandingen stoppes i 3 døgn med efterfølgende 5 døgn, hvor den forsømte afvanding blev indhentet. Simuleringsperioden forløb over 14 dage, hvilket svarer til den frekvens der er imellem de 24 eksterne prøveudtagninger.

Den i simuleringen valgte driftsstrategi med 3 dages stop kræver en kapacitet af slamafvandingen på ca. 5 m<sup>3</sup>/h, hvilket den daværende kammerfilterpresse ikke har haft. Den udførte simulering ligger dermed på den sikre side, hvad angår potentialet for at forbedre udløbskvaliteten, da et eventuelt stop af slamafvandingen måske kun er foregået i 1 døgn før prøveudtagningen.



Af følsomhedsanalysen kunne det beregningsteknisk redegøres for følgende reduktioner af stofkoncentrationer ved stop af slamafvandingen i 3 døgn:

BOD	ca. 0 mg/L
Total-N	ca. 1,65 mg/L
Total-P	ca. 0,04 mg/L

Ved et stop af slamafvandingen i 1 døgn er det ikke beregningsteknisk muligt at registrere nogen forbedringer af Total-N i udløbet.

Nedenstående beregnes potentialet for at reducere de grønne afgifter ved stop af slamafvandingen i 3 døgn, tilsvarende følsomhedsanalysen. Beregningen tager udgangspunkt i de i perioden 2010-2018 gældende satser, dvs. 16,5 DKK/kg BOD, 30 DKK/kg N og 165 DKK/kg P, samt en årlig udledning af rensed spildevand på 4.300.000 m<sup>3</sup>, hvilket vurderes at udgøre en repræsentativ værdi for den årlige udledte mængde af rensed spildevand i perioden 2010-2018.

Det årlige besparelspotentiale ved at manipulere med stop af slamafvandingen 3 dage før prøveudtagning til eksterne analyser kan opgøres til følgende:

BOD	ca. 0 DKK
Total-N	ca. 213.000 DKK
Total-P	ca. 26.000 DKK
SUM	239.000 DKK

, altså et årligt besparelspotentiale på ca. 0,24 mio. DKK.

Potentialet ved at stoppe slamafvandingen i 1 døgn udgør beregningsteknisk 0 (nul) DKK.

## 8.2 Registreret udløbskvalitet i perioden 2010-2018

Af forrige afsnit kunne det konstateres at en eventuel manipulation med slamafvandingen havde en positiv effekt på udledningen af kvælstof. Hvorvidt der er manipuleret med udløbskvaliteten på dage hvor der udtages prøver til eksterne analyser er undersøgt ved at gennemgå alle foreliggende eksterne og interne analyser af kvælstofkoncentrationer i udløbet fra Stegholt Renseanlæg.

De fleste interne udløbsprøver er udtaget i den periode, der ligger imellem prøvetagningen til de eksterne analyser. Der er således ganske få analyser fra samme dag. Resultatet af gennemgangen er opsummeret i Figur 14. I figuren beskriver de mørkegrønne søjler kvælstofkoncentrationen i udløbet målt ved de eksterne analyser, og de lysegrønne søjler beskriver tilsvarende kvælstofkoncentrationen målt ved de interne analyser. De orange søjler beskriver forskellen mellem de eksterne analyser og de interne analyser, hvor en negativ værdi viser år, hvor de eksterne analyser i gns. er målt højere end de interne. Der mangler data for de interne analyser i årene 2009 og 2010, hvorfor de ikke er vist.



Figur 14 Gns. årlige udløbskoncentrationer registreret ved interne og eksterne analyser på Stegholt Renseanlæg.

Af opgørelsen er det tydeligt, at de eksterne analyser i perioden 2011 til 2018 i 4 af årene (2011, 2012, 2014 og 2018) ligger højere end de interne analyser, og i 3 af årene ligger lavere end de interne analyser. Samtidig kan det konstateres at der i 4 af de 5 år i perioden 2019 til 2023 kan registreres at de eksterne analyser ligger lavere end de interne.

Det må antages, at en konsekvent manipulation med slamafvandingen ville resultere i en konsekvent lavere udløbskoncentration af kvælstof i de eksterne analyser, og en højere kvælstofkoncentration i de interne analyser, idet den forsømte slamafvanding nødvendigvis må indhentes i den periode hvor de interne prøver udtages.

Den i 2015 største afvigelse på ca. 1,60 mg/L kunne principielt indikere en manipulation i dette ene år, men da der i 2021 registreres en stort set lige så stor afvigelse på ca. 1,30 mg/L, er det mere sandsynligt, at afvigelsen skyldes den almindelig statistiske usikkerhed i kvælstofkoncentrationen i udløbet fra Stegholt Renseanlæg (se afsnit 6.2).

Der kan derfor ikke ud fra udløbsanalyserne konkluderes, at der skulle være foregået en bevidst manipulation med slamafvandingen med det formål at reducere udløbskoncentration af kvælstof i perioden 2010 til 2018.

### 8.3 Øvrige data

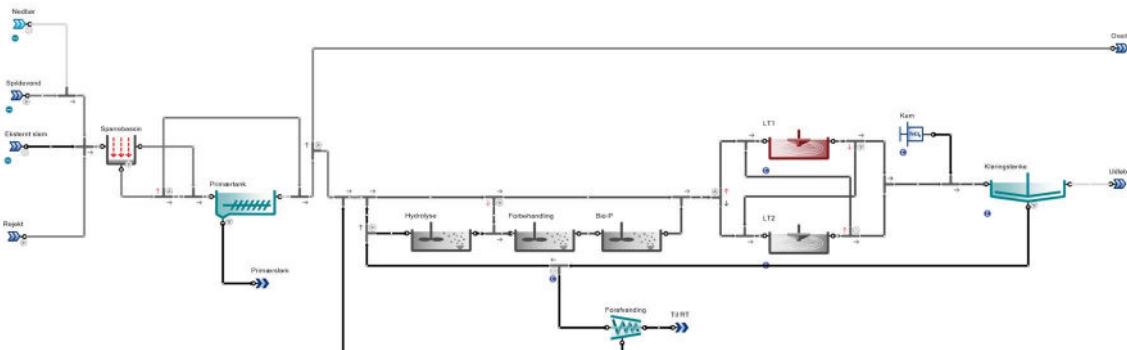
Det er almindelig praksis på renseanlæg at ændre opløseligheden af data i SCADA-systemet fra timeværdier til døgnværdier, når der er gået et par år. Dette for at sikre plads på harddisken. Timeværdier er som regel derfor kun tilgængelig for de seneste 1-2 år – måske 3 år. Døgndata gemmes automatisk i renseanlæggets elektroniske driftsjournal, Envitronic.

Det har således ikke været muligt at få tilgang til timeværdier i SCADA-systemet i perioden 2010-2018. Timeværdier kunne være anvendt til at få indblik driftstider af slamafvandingen, herunder perioder med stop, samt onlinemålinger af ilt, ammonium og nitrat i luftningstankene.

Hvad angår gemte data som døgnværdier mistede Arwos data ved skift af PLC/SCADA-system i 2014-2015, og 2017-2018. Tilgængelig data fra den periode består af data fundet på anden vis end fra renseanlæggets elektroniske driftsjournal.

## 9 TEKNISK DOKUMENTATION

Nedenstående følger en overordnet beskrivelse af SUMO-modellen af vandbehandlingen på Stegholt Renseanlæg.



### Indløb

I modellen er det muligt at definere følgende 4 indløb:

- Spildevand fra kloaklandet
- Regn fra kloaklandet
- Eksternt slam fra andre renselanlæg
- Rejektvand fra slutfvandingen

### Indløbsdelen

Det er i modellen valgt at se bort fra anlæggets installationer af riste og sandfang i indløbsdelen. Modelmæssigt har enhederne ingen betydning for simuleringen af de fysisk-kemiske og biologiske processer, og er fravalgt af hensyn til beregningshastighed.

### Sparebassin

De 2 sparebassiner antages i modellen at udgøre ét samlet stort bassin med følgende data:

Volumen:	2.900 m <sup>3</sup>
Maks. vanddybde:	3,0 m

Sparebassinet fyldes når flowet i det samlede indløb (inkl. rejeckt vand) overstiger 1.400 m<sup>3</sup>/h. Tømning af bassinet begynder så snart flowet bliver lavere end 1.400 m<sup>3</sup>/h. Overløb fra bassinet ledes til indløb af primærtanken.

### Primærdel

Primærdelen består af en primærtank med bypass mulighed. Funktionen af primærtanken simuleres som en 3-sektions tank med en fast reduktion af suspenderet stof, og en løbende ændring af slamtørstofkoncentrationen i udtaget af primærslam.

Bypass	80%
SS-fjernelse:	70%
Volumen:	1.300 m <sup>3</sup>
Areal:	365 m <sup>2</sup>

### Overløb

Efter udløb fra primærtanken vil der ske overløb direkte til recipienten, hvis flowet i tilløbet til den biologiske behandlingsdel overstiger 1.750 m<sup>3</sup>/h. Overløbet måles ikke med som en del af udløbskvaliteten.

### Forbehandling

Forbehandlingsdelen består af 3 identiske anaerobe tanke, hvor den første tank (hydrolysetanken) modtager et fast returslamflow. Resten af returslammet blandes med spildevandet, hvor en ventil bestemmer, hvor meget der skal ledes videre til forbehandlingstanken og Bio-P tanken, og hvor meget der skal løbe direkte til luftningstankene.

Bio-P tank:	1.100 m <sup>3</sup>	Indløb 20 m <sup>3</sup> /h returslam
Forbehandlingstank:	1.100 m <sup>3</sup>	Indløb af returslam og spildevand jf. ventilstyring
Bio-P tank:	1.100 m <sup>3</sup>	Indløb = afløb fra forbehandlingstank

Vanddybden i tankene er sat til 3,00 m.

Ventilstyringen bestemmes i modellen af spildevands- og returslamflow i indløbet, jf. følgende skemaer:

Name	Default	Value	Unit	Name	Default	Value	Unit
Flow split limit for trin 1	500.0	500.0	m3/h	Trin1	65.0	65.0	%
Flow split limit for trin 2	650.0	650.0	m3/h	Trin2	60.0	60.0	%
Flow split limit for trin 3	850.0	850.0	m3/h	Trin3	55.0	55.0	%
Flow split limit for trin 4	1000.0	1000.0	m3/h	Trin4	52.0	52.0	%
Flow split limit for trin 5	1200.0	1200.0	m3/h	Trin5	50.0	50.0	%
Flow split limit for trin 6	1700.0	1700.0	m3/h	Trin6	47.0	47.0	%
Flow split limit for trin 7	2000.0	2000.0	m3/h	Trin7	45.0	45.0	%
Flow split limit for trin 8	2500.0	2500.0	m3/h	Trin8	10.0	10.0	%
Flow split limit for trin 9	3500.0	3500.0	m3/h	Trin9	5.0	5.0	%
Flow split limit for trin 10	4000.0	4000.0	m3/h	Trin10	2.0	2.0	%
Flow split limit for trin 11	4800.0	4800.0	m3/h	Trin11	0.0	0.0	%

### Luftningstanke

Anlæggets 2 luftningstanke drives som et alternerende anlæg (Biodenitro) med faser for styring af tilløb, afløb og beluftning. Beluftningen foretages af rotorere.

Luftningstank 1:	5.000 m <sup>3</sup>
Luftningstank 2:	5.000 m <sup>3</sup>
Slamkoncentration:	5,0 g MLSS/L

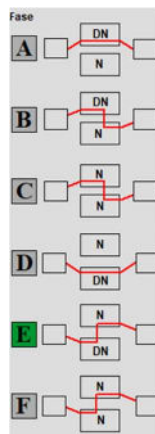
Vanddybden i tankene er sat til 3,50 m. Iltkoncentrationen i tankene beregnes dynamisk ud fra tilført og forbrugt ilt.

Rotorerne er defineret ved følgende:

Kapacitet pr. tank:	225 kW
1 trins styring:	0/225 kW
Effektivitet:	1,70 kg O <sub>2</sub> /kWh
α-faktor:	0,90

Faserne er i modellen beskrevet som følgende:

Name	Default	Value	Unit
Fase A	0.50	0.75	h
Fase B	0.50	0.50	h
Fase C	0.50	0.23	h
Fase D	0.50	0.58	h
Fase E	0.50	0.58	h
Fase F	0.50	0.23	h



Onlinestyringen af beluftningen foregår ud fra en ammonium (NH<sub>4</sub>-N) hysteresese, der aktiverer beluftningen så snart ammonium overstiger højt sætpunkt. Hvis nitrat overstiger en grænse, overtager den styringen, og slukker for luften. En Bio-P sikkerhedsstyring kan deaktivere alle styringer og starte beluftningen.

### Kemisk fældning

Modellen giver mulighed for en simultandosering af jernklorid med en fast dosering eller en dosering, der styres ift. fosfor i udløbet.

### Efterklaringstanke

Anlæggets 4 efterklaringstanke og returslampumper er af hensyn til beregningshastighed i modellen samlet til én samlet enhed. Der forudsættes derved en ligelig fordeling mellem tankene. Funktionen af klaringsstanke simuleres som en 3-sektions tank med en fast udløbskoncentration af suspenderet stof, og en løbende simulering af slamtørstofkoncentrationen i returslammet/overskudsslammet ud fra den hydrauliske belastning.

SS i udløbet:	5,00 mg/L
Volumen:	5.560 m <sup>3</sup>
Areal:	1.920 m <sup>2</sup>

Returslammet styres flowproportionalt til det samlede indløb fra primærtanken med følgende konfiguration:

Returslamforhold:	85%
Minimum flow:	120 m <sup>3</sup> /h
Maksimum flow:	1.500 m <sup>3</sup> /h