

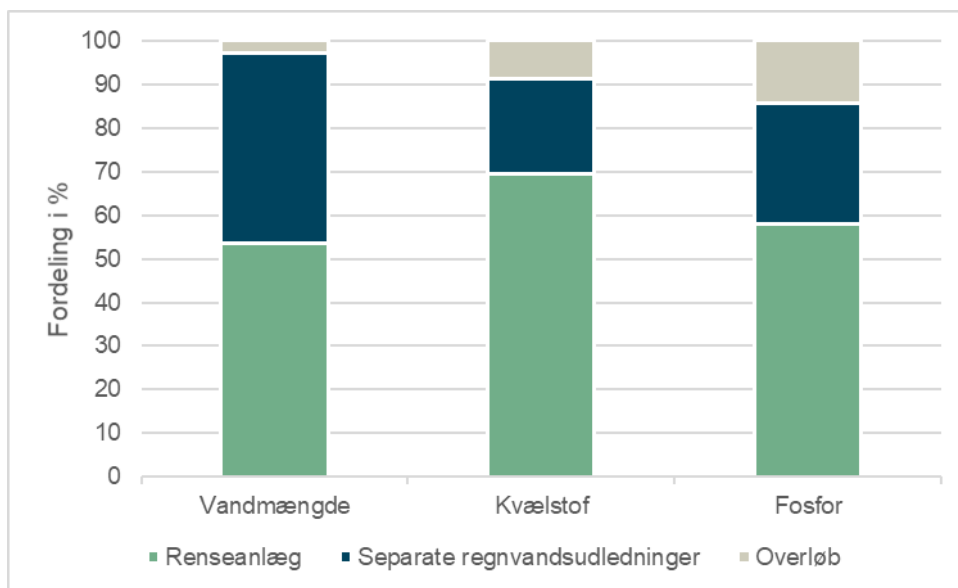
## Kvælstof og fosfor i spildevand fra renseanlæg og regnbetingede udledninger

**Resumé:** Den samlede vand-, N- og P-transport fra renseanlæg og overløb udgjorde i 2020, jf. de indberettede data i PULS-databasen, henholdsvis 1,3 milliarder m<sup>3</sup> vand, 4676 tons N, og 505 tons P. Renseanlæggene var den største udleder af både vand, N og P. For 5 af de 245 renseanlæg, med en godkendt kapacitet på 5.000 PE eller derover, var det i 2020 ikke muligt at overholde den årlige gennemsnitlige N koncentration under rensekravet på 8 mg/l. Det var ikke tilfældet for P, hvor den gennemsnitlige P koncentration var under rensekravet. Denne overholdelse på årgennemsnit udelukker ikke periodevise overskridelser af rensekrav. Opgørelser over de nuværende renses effekter viser, at der i dag kun er 2 renseanlæg, som kan rense med 98% effekt for N, mens der er 5 renseanlæg, som har opnået en rensningsgrad på 99% for fosfor. I et best case scenarie vil udledning af N og P fra danske renseanlæg kunne sænkes med henholdsvis 2.356 N tons og 216 P tons. 4-9 danske renseanlæg ville ikke kunne overholde EU-kravet om en rensesgrad på 70-80% for kvælstof, hvis de udleder til følsomme områder. Ligeledes kan 4 anlæg heller ikke overholde EU-kravet om en rensesgrad på 80% for P. Gennemgang af overløb viser, at en overvejende stor del er indberettet med lille kvalitet, og samtidig er der kun indberettet overløb fra 10% af de danske renseanlæg jf. PULS databasen.

SEGES Innovation udarbejdede i 2021 en [ny hjemmeside, som viser data for udledningen af renses spildevand fra renseanlæg og overløb i hele Danmark.](#)

[Læs mere om PULS databasen og datagrundlaget her](#)

Det fremgår af PULS data fra 2020, at den samlede vand-, N- og P-transport fra renseanlæg og overløb udgjorde henholdsvis 1,3 milliarder m<sup>3</sup>, 4.676 tons N, og 505 tons P. Renseanlæggene var den største udleder af både vand, N og P jf. figur 1, mens overløbene udgjorde den mindste andel for både vand-, N- og P-udledningen.



Figur 1: Procentvis fordeling af vand-, N-, og P-udledningen i år 2020, udtrykt ved spildevandstypen. Bemærk Overløb dækker over overløb fra fælleskloakerede områder, delvist renset bypassvand fra renseanlæg og direkte udledninger af urensset spildevand.

Alligevel viser figur 1, at forholdet mellem udledte vandmængder og mængden af henholdsvis N og P, varierer afhængigt af spildevandstypen. Dette ses bl.a. ved, at overløbene udgør en større procentvis andel af både kvælstof- og fosforudledningen, end det er tilfældet for vandmængden. Således indikerer figur 1 samt tabel 1, at koncentrationen af N og P er højest i vand fra overløb og specielt fra de overløb, hvor spildevandet er urensset, mens de laveste koncentrationer ses i regnvandsudledningerne.

Tabel 1: Oversigt over de årlige nationale gennemsnits koncentrationer for N og P i spildevandet, afhængig af spildevandstypen. Tallene er baseret på data fra PULS i året 2020 \* I opgørelsen er der kun medregnet anlæg med en kapacitet på 5.000 PE eller derover.

National gennemsnitskoncentration af N og P i udløbsvand		
Udledningstype	N (mg/l)	P (mg/l)
Overløb-bypass fra renseanlæg	12	2
Overløb urensset spildevand	45	11
Overløb-Fælleskloakerede områder	10	2
Separat regnvandsudledning	2	0,2
Renseanlæg fra 100- 4999 PE	47	7
Renseanlæg fra 5.000 PE*	4	0,4

Figur 1 og tabel 1, fremhæver altså, hvordan både koncentrationen af N og P samt vandmængden er vigtige faktorer for den totale spildevandsudledning af kvælstof og fosfor.

### **Renseanlæg**

Siden 1989 er data om renseanlæg blevet indberettet til PULS, og i perioden fra 1989 til 2020 er antallet af anlæg blevet reduceret fra 1.957 anlæg til 705 anlæg. En reduktion svarende til at 64% af alle renseanlæg er blevet nedlagt i perioden. Dette er sket som led i en centraliseringsproces,

hvor renseanlæggene er blevet større.

### Rensekrav

Reguleringen af renseanlæg finder primært sted efter [Spildevandsbekendtgørelsens kapitel 9](#), hvoraf det fremgår, at der stilles følgende rensekrav for N og P til renseanlæg, som er godkendt til 5.000 eller flere person ækvivalente (PE); total-P <1,5 mg/l og total-N<8 mg/l. Herudover gælder der, at total-P skal være under 1 mg/l for renseanlæg med en kapacitet på 10.000 PE, som udleder til ferskvandsmiljøer.

Udover rensekravene i spildevandsbekendtgørelsen, skal renseanlæg, som udleder vand til følsomme områder, hvor der er risiko for eutrofiering, også overholde de rensekrav, som fremgår af artikel 5 i [EU-direktiv om rensning af byspildevand](#).

I EU-direktivet for rensning af spildevand er det anført, at renseanlæg med en kapacitet mellem 10.000-100.000 PE skal rense til 2 mg P/l, mens anlæg over 100.000 PE skal rense til 1 mg P/l. For kvælstof er de tilsvarende rensekrav angivet til henholdsvis 15 mg N/l og 10 mg N/l. Herudover stiller EU-direktivet også krav til den procentvise renseeffekt for spildevandsanlæg, som udleder til følsomme områder. Den laveste tilladte renseeffekt for P og N angives her til henholdsvis 80% og 70-80%, uanset spildevandsanlæggets kapacitet.

Således er de danske koncentrationskrav strengere end dem, der er angivet i EU-direktivet. Dette ses bl.a. ved, at de danske rensekrav er gældende for anlæg fra 5.000 PE, hvor de europæiske rensekrav først træder i kraft for anlæg fra 10.000 PE. Ligeledes er særligt kravet om max 8 mg N/l i udledningerne fra danske renseanlæg lavere end de rensekrav, som er angivet i EU-direktivet.

Til gengæld stiller EU-direktivet også krav til renseeffektiviteten, hvilket ikke er omfattet i den danske lovgivning, og derfor har EU-direktivet en dimension, som ikke ses i den danske regulering.

### Efterlevelse af rensekrav

Af de 705 renseanlæg, som var registreret i 2020, er 245 godkendt til en kapacitet på 5.000 PE eller derover. Ses der på udledningen af N og P fra disse 245 anlæg, stod de for henholdsvis 91% og 89% af den totale N og P udledning fra renseanlæg i 2020, svarende til 2.939 tons N og 260 tons P.

Ejerforholdene for de 245 anlæg viser, at alle anlæg godkendt til 5.000 PE eller derover, udelukkende er ejet af forsyninger. Følgelig er det således primært forsyningsselskabernes renseanlæg, som udleder N og P til vandmiljøerne, og derfor bør evt. indsatser ligeledes målrettes disse anlæg.

For 5 af de 245 renseanlæg, med en godkendt kapacitet på 5.000 PE eller derover, var det i 2020 ikke muligt at holde den årlige gennemsnitlige N koncentration under rensekravet på 8 mg/l. Således viser data, at disse 5 spildevandsanlæg generelt har problemer med at overholde N rensekravet, når der udtages egenkontrol prøver. Anderledes så det ud for fosfor, hvor alle renseanlæg over 5.000 PE kunne holde den årlige gennemsnitlige P koncentration under rensekravet på 1,5 mg/l.

Det har ikke været muligt at opgøre, hvor mange egenkontrolsprøver fra renseanlæggene, som overskred renskravene for N og P i 2020, da dette ikke fremgår af de PULS data, som SEGES-innovation har fået aktindsigt i. De årlige gennemsnitlige koncentrationer for N og P i udledningerne fra renseanlæggene kan derfor kun angive, hvorvidt et anlæg overordnet har problemer med at overholde renskravene. Derfor kan der være enkelte hændelser, hvor egenkontrolsprøverne overskrider renskravene, selvom den årlige gennemsnitlige koncentration ikke overstiger henholdsvis 1,5 mg P/l og 8 mg N/l.

### Rensetype og renseseffektivitet

I 2020 var der registreret 26 forskellige mulige rensetyper for spildevandsanlæg. Ni af disse rensetyper blev benyttet på de renseanlæg, som er godkendt til en kapacitet på 5.000 PE eller derover, se tabel 2.

Opgøres renseseffekten for henholdsvis N og P for de 245 renseanlæg, med en godkendt kapacitet fra 5.000 PE og opefter, fremgår det, at renseseffekter varierer fra imellem 48-98% for N og 77-99% for P. Der er altså store forskelle i reduktionsfaktoren for disse renseanlæg.

For kvælstof betyder dette således, at 4-9 danske renseanlæg ikke ville kunne overholde EU-kravet om en minimum N reduktion på 70-80%, hvis de udleder til følsomme områder. Ligeledes kan 4 anlæg heller ikke overholde EU-kravet om en procentvis reduktion på minimum 80% for P.

*Tabel 2: Rensetyper og gennemsnitlige renseseffekter på de 245 anlæg, som i 2020 var godkendt til en kapacitet på 5.000 PE eller derover. Bogstaverne, der angiver rensetypen, har følgende betydning: M= mekanisk, B= biologisk, N= nitrifikation, D= denitrifikation, K= kemisk fældning. Mens bogstaverne L, S og F i slutningen af rensetypen angiver, hvorvidt der er lagune, sandfiltrering eller filtrering på anlægget. Bemærk, at tal i parenteser angiver variansen for renseseffekten. For rensetyper, som kun benyttes på et anlæg, er der ikke angivet nogen varians.*

Rensningstype og effektivitet fordelt på anlæg over 5.000 PE			
Rensningstype	Antal anlæg	Gennemsnitlig renseseffekt (%)	
		N	P
MBK	3	89 (87-90)	84 (77-91)
MBND	1	96	96
MBNDF	1	86	85
MBNDK	183	90 (48-98)	93 (77-99)
MBNDKF	17	92 (90-97)	96 (87-99)
MBNDKFL	1	92	97
MBNDKL	23	92 (85-98)	95 (83-98)
MBNDKS	4	90 (81-93)	95 (91-97)
MBNK	12	82 (53-96)	89 (77-99)

For 3 af de 9 rensetyper, som benyttes på renseanlæg godkendt til en kapacitet på 5.000 PE eller derover, var den gennemsnitlige renseseffekt under 90% for både N og P, jf. tabel 2. Disse anlæg repræsenterer dog kun 16 af de i alt 245 anlæg med en kapacitet på 5.000 PE eller derover, og står således kun for 2% og 3% af den udledning af N og P, som renseanlæg med en kapacitet på 5.000 PE eller derover var ansvarlige for i 2020.

MBNDK er den mest udbredte rensetype på de danske renseanlæg, med en kapacitet på 5.000 PE eller derover, se tabel 2. Det er dog værd at bemærke, at det også er for denne rensetype, at

vi ser både de laveste og højeste renseseffekter for både N og P, og at renseseffekten på et renseanlæg derfor ikke blot afhænger af rensetypen. Andre faktorer såsom sammensætningen af spildevandet, størrelsen på det tilkoblede opland, mængderne af spildevand, temperatur og vedligeholdelse må derfor også forventes at have en indflydelse på renseanlæggenes renseseffekt.

#### Effekten af forbedret rensning

Da rensegraden er meget afgørende for den samlede udledning af N og P, har SEGES Innovation undersøgt, hvor meget udledningen af næringsstoffer ville kunne sænkes, hvis alle renseanlæg, med en kapacitet på 5.000 PE eller derover, rensede med en effektivitet på 90%, 95% eller som nuværende bedste rensegrad der for N er 98% og for P er 99%.

Beregningerne har vist, at der i 2020 var 76 og 34 renseanlæg, som rensede med en effekt på under 90% for henholdsvis N og P. Hvis disse renseanlæg fik hævet deres renseseffekt til 90%, ville udledningen kunne sænkes med 424 tons N og 11 ton P, se tabel 3.

Hvis den ønskede rensningsgrad hæves til 95%, viser beregningerne, at der var henholdsvis 190 og 112 anlæg, hvis rensningsgrad for N og P lå under de 95% i 2020. Øges rensningsgraden på disse anlæg til minimum 95%, vil udledningerne af næringsstoffer kunne sænkes med minimum 1.505 tons N og 79 tons P.

Den øvre rensningseffekt for N og P er for nuværende forskellige, 98% for N og 99% for P. Opgørelser over de nuværende renseseffekter viser, at der i dag kun er 2 renseanlæg, som kan rense med 98% effekt for N, mens der er 5 renseanlæg, som har opnået en rensningsgrad på 99% for fosfor. I et best case scenarie vil udledning af N og P fra renseanlæg med en kapacitet på 5.000 PE eller derover, således kunne sænkes med henholdsvis 2.356 tons N og 216 tons P.

*Tabel 3: Oversigt over forbedrings potentialer og antallet af berørte renseanlæg med en kapacitet på 5.000 PE eller derover, under tre scenarier, hvor alt vand renser med en effekt på 90%, 95% eller til den nuværende bedste rensegrad som for N er 98% og for P er 99%.*

<b>Effekt af forbedret rensning på renseanlæg</b>				
Minimum renskrav	Mulig forbedring		Anlæg med mulighed for forbedret rensning	
	N (tons)	P (tons)	N (antal)	P (antal)
90%	424	11	76	34
95%	1505	79	190	112
98%	2356	-	241	-
99%	-	216	-	226

Tabel 3 fremhæver således, at der ved også at stille krav til renseseffekten, ligesom det ses i EU-direktivet, vil kunne opnås store reduktioner af udledningen af N og P. Ligeledes viser tabel 3, at udbredelsen af den bedste tilgængelige teknik på de danske renseanlæg ville medføre en signifikant nedbringelse af næringsstofudledningen til gavn for de danske vandmiljøer.

#### **RBU - Regnbetingede Udløb**

Ved RBU forstås alle udledninger af spildevand som skyldes så meget nedbør, at kloakkerne og rensningsanlæggene får tilført mere spildevand på en gang, end de har kapacitet til at håndtere. Til disse situationer er der lavet nødventiler, kaldet overløbsbygværker, som leder spildevandet direkte ud i vandløb eller havet. Der kan være indbyggede riste i disse overløbsbygværker, der

holder toiletpapir mm. tilbage. Overløbsbygværker udleder således vand fra fælleskloakerede områder, bypass fra renseanlæg, urensset spildevand, som ikke ledes til renseanlæg samt regnvand fra separatkloakerede og spildevandskloakerede områder.

#### Overløbshændelser

Overløbsbygværk i PULS angiver en lokation, hvorfra der kan indtræffe overløbshændelser. Der var i 2020 registreret 20.442 udledningpunkter, fordelt på henholdsvis 16.220 regnvandsudledninger og 4.222 overløbsbygværker (overløb fra fælleskloakerede områder, bypass fra renseanlæg, urensset spildevand, som ikke ledes til renseanlæg).

Der kan indtræffe flere overløbshændelser ved hvert overløbsbygværk, f.eks. er der registreret 417.050 overløbshændelser ved en af de separate regnvandsudledninger, mens der i alt er indberettet 48.977 overløbshændelser med urensset eller ikke færdigrenset spildevand fra fælleskloakerede overløbsbygværker i PULS for 2020. Antallet af overløbsbygværker er altså udtryk for, hvor der udledes spildevand, mens det er antallet og varigheden af overløbshændelserne, der er retvisende for mængden af spildevand, der udledes. Derfor er det vigtigt at skelne mellem overløbshændelser og overløbsbygværker.

Der er ikke defineret et standardtal for, hvad der forstås ved en overløbshændelse i hverken spildevandsbekendtgørelsen eller i [spildevandsvejledningen](#). Hverken hvor lang tid et overløb varer, før det indberettes som et overløb, eller hvor stor en mængde der skal til for, at det kan kaldes et overløb. Det er op til de enkelte kommuner at vurdere dette, hvilket medvirker til usikkerhed omkring validiteten af de tal, der indberettes.

Antallet af overløbshændelser skal, ifølge Miljøstyrelsens [Vejledning for indrapportering til PULS](#), angives for hvert overløbsbygværk, men for mange overløbsbygværker er der ikke angivet, hvor mange overløbshændelser der er indtruffet, se tabel 4.

*Tabel 4: Oversigt over antallet af overløb og regnvandsudledninger for hvilke, der ikke var registreret antal af overløbshændelser i 2020. Bemærk, at overløb her dækker over overløb fra fælleskloakerede områder, bypass fra renseanlæg, urensset spildevand, som ikke ledes til renseanlæg.*

<b>Mangler registrering</b>	<b>Overløb</b>	<b>Regnvandsudledninger</b>
Hvis 0 inkluderes som registrering	1678 (40%)	13737 (85%)
Hvis 0 ikke inkluderes som registrering	2279 (54%)	13086 (81%)

På baggrund af tabel 4 er det tydeligt, at der har været mere fokus på at få registreret spildevandsudledninger, sammenlignet med regnvandsudledninger. Dette giver som sådan også mening, da belastning af spildevandet er lagt højere end i regnvandet jf. tabel 1. Men i takt med at flere områder separat- eller spildevandskloakeres er antallet af regnvandsudledninger steget, hvilket har medført, at den totale udledning af N og P fra regnvand i dag overgår den belastning, der ses fra overløbsbygværkerne, se figur 1.

Endvidere viser tabel 4 også, at der, på trods af Miljøstyrelsens indsats med at forbedre indberetningerne til PULS, stadigvæk er meget data, som ikke indberettes korrekt.

#### Beregningsmetode

Grundet det høje omfang af overløbsbygværker er det både administrativt og økonomisk udfordrende at gennemføre målinger og prøveudtagninger på alle overløbslokationer. Derfor indberetter mange kommuner deres overløb via faktorberegninger, massebalancer eller relativt simple modelberegninger, mens enkelte kommuner benytter sensormåler og prøvetagninger, som beregningsgrundlag for deres indrapporteringer til PULS.

De forskellige tilgange til indberetningen i PULS medfører, at kvaliteten på data er varierende. For at klargøre dette har Miljøstyrelsens rangliste vidensniveauet bag indberetningerne fra 0-5, hvor 5 er det mest sikre vidensgrundlag en indberetning kan være baseret på.

Niveau 0 – Enhedstal i PULS

Niveau 1 – Simpel massebalanceberegning

Niveau 2 – Ukalibreret 1D hydrodynamisk model

Niveau 3 – Kalibreret 1D hydrodynamisk model

Niveau 4 – Softwaresensor (CFD-model)

Niveau 5 – Målebaseret overløbsestimering

Metodefordelingen mellem overløbsbygværkerne for 2020 kan ses i tabel 5.

*Tabel 5: Oversigt over hvilket niveau beregningsgrundlaget for overløbsbygværkerne er kategoriseret som i PULS for 2020.*

Beregningsgrundlag	Overløb	Andel (%)	Regnvandsudledninger	Andel (%)
<b>Niveau 0</b>	1400	33	13994	86
<b>Niveau 1</b>	140	3	410	3
<b>Niveau 2</b>	1815	43	690	4
<b>Niveau 3</b>	517	12	72	0,4
<b>Niveau 4</b>	248	6	-	-
<b>Niveau 5</b>	24	1	-	-
<b>Ikke oplyst</b>	78	2	1053	6

Som det fremgår af tabel 5, er beregningsgrundlaget for de fleste overløbsbygværker enten på niveau 0 eller 2 for overløbene, og på niveau 0 for regnvandsudledningerne, hvilket indikerer, at datagrundlaget i PULS endnu indeholder en del usikkerheder, hvad angår data vedr. særligt de regnbetingede udledninger.

#### Bypass

Ifølge Miljøstyrelsens [Vejledning til indrapportering til PULS](#) er der krav om, at bypass fra renseanlæggene registreres som regnbetingede udledninger. Ikke desto mindre er der kun 25 overløbsbygværker, som er noteret som bypass i PULS for 2020. For samme år er der registreret 245 renseanlæg med en godkendt kapacitet på 5.000 PE eller derover, hvilket svarer til, at det kun er 10% af alle renseanlæg, som har indberettet bypass-hændelser. Hvis Miljøstyrelsens krav om

indberetning af bypass med stamdata, udledningstilladelse og årlig udledt mængde var fulgt, skulle der være 245 bypass-indberetninger i PULS. De bypass der ikke har haft overløb det pågældende år, ville så stå med et 0 i antal hændelser.

Foruden de 25 bypass-overløbsbygværker, er der 2 overløbsbygværker fra fælleskloakerede områder, hvortil den tilknyttede kommentar indikerer, at der er tale om bypass. Dette hæver andelen af renseanlæg, hvor der er indtruffet bypass-hændelser til 11%.

Det er muligt, at der er flere bypass-bygværker, som er registreret som almindelige overløbsbygværker, men det er ikke muligt at afgøre, i hvilken udstrækning dette gør sig gældende, da der ikke er tilknyttet nogen kommentarer om dette.

Majken Meldorf Deichmann  
Seniorkonsulent  
Planter & Miljø  
SEGES Innovation P/S

Flemming Gertz  
Chefkonsulent, Vandmiljø, Geolog  
Planter & Miljø  
SEGES Innovation P/S