



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Bedre viden om uvedkommende vand

Grundvand og drikke-
vand nr. 2

Maj 2018

Redaktion: Miljøstyrelsen

Tekst: Søren Holm Andersen, David Getreuer
Jensen

Grafiker/bureau: EnviDan A/S

ISBN: 978-87-93710-21-4

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Baggrund og formål	5
2.	Estimering af UV på nationalt niveau ud fra data	6
2.1	Fremgangsmåde	6
	Årsvandmængde	6
	Spildevandsmængden	6
	Regnvandsafstrømning	6
	Overløbsmængder	7
	Vurdering af metoden	7
2.2	Analyse af data	8
	Geografisk fordeling af UV	9
	Sammenhæng med årsmiddelnedbør	10
	Sammenhæng med ledningslængde	10
	Sammenhæng med kloakeringsprincip	11
	Mulige årsager til manglende sammenhænge	12
2.3	Opsummering	13
3.	Forsyningernes erfaringer med UV	14
3.1	Fremgangsmåde	14
3.2	Mængder af UV	15
3.3	Kilder til UV	16
3.4	Indsatser mod UV	17
	Frakobling af større punktkilder	17
	Strømpeforing/renovering	17
	Fejlkoblinger	17
3.5	Opsummering	18
4.	Validering af de estimerede mængder UV	19
5.	Økonomiske og miljømæssige konsekvenser	21
5.1	Merudgifter til rensning og pumpning	21
5.2	Øvrige økonomiske omkostninger	21
	Øgede anlægsomkostninger	21
	Øget slitage	21
	Øget risiko for kældersvømmelser	22
5.3	Miljømæssige konsekvenser	22
5.3.1	Negative konsekvenser	22
	Øget risiko for overløb fra overløbsbygværker	22
	Øget CO ₂ -udledning	22
	Risiko for spildevand afledt direkte til recipient	22
	Negative effekter på renseanlægget	22
5.3.2	Positive effekter	23
	Forbedring af fælles- og spildevandsledningers selvrensningsevne	23
	Reduceret svovlbrinteproblematik	23
5.3.3	Samlede effekter	23
5.4	Betydning af klimaforandringer	23

5.5	Opsummering	24
6.	Effektiviseringspotentialer	25
6.1	Fremgangsmåde	25
6.2	Gennemgang af scenarier	25
6.2.1	Basisscenariet: Intet tiltag	25
6.2.2	Scenarie 1: Strømpeforing	25
6.2.3	Scenarie 2: Fjernelse af etagebrønde	26
6.2.4	Scenarie 3: Fjernelse af fejlkoblinger	26
6.2.5	Scenarie 4: Separatkloakering	26
6.3	Økonomisk konsekvensbeskrivelse	27
6.4	Totaløkonomisk analyse	28
6.4.1	Beregningsforudsætninger	28
6.4.2	Nutidsværdi og tilbagebetalingstid/-grad	29
6.4.3	Break-even værdier	31
6.5	Vurdering af afledte effekter	32
6.5.1	Reduceret stofudledning fra renseanlæggene	33
6.6	Opsummering	35
7.	Konklusion	36
	Kvantificering af mængder UV	36
	Økonomiske og miljømæssige konsekvenser	36
	Vurdering af effektiviseringspotentialer	36
	Bilag 1. Spørgeskema til udvalgte forsyninger	38
	Bilag 2. Liste over forsyninger som har bidraget til undersøgelsen	39
	Bilag 3. Oversigt over forsyningernes besvarelser	40

1. Baggrund og formål

Denne rapport er udarbejdet for Miljøstyrelsen som en del af rådgivningsopgaven ”Bedre viden om uvedkommende vand”, der har til formål at øge vidensniveauet om uvedkommende vand (i det følgende benævnt UV) i de danske afløbssystemer.

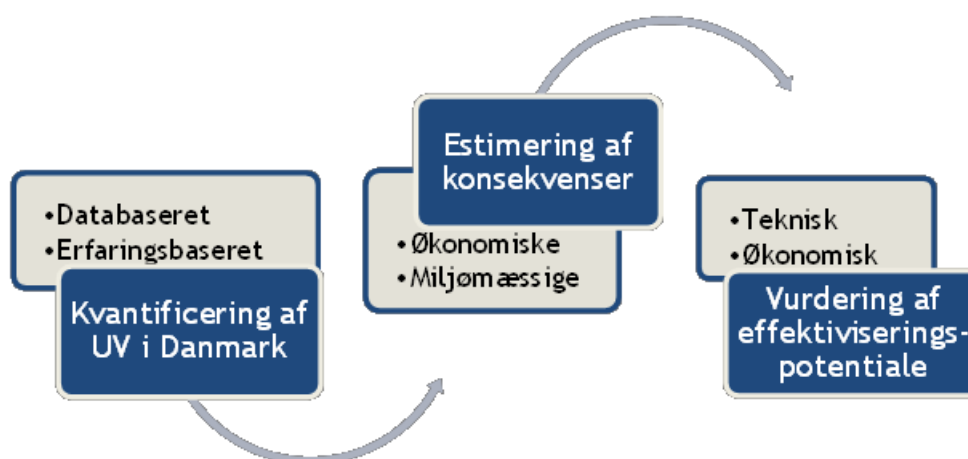
UV er en problemstilling, som har fået stigende opmærksomhed hos de danske forsyninger. Nedenfor fremgår en ikke udtømmende liste over mulige årsager hertil.

- Øget fokus på nedbringelse af driftsomkostninger som følge af benchmarking og totalregulering.
- Øget kendskab til problemets omfang i takt med øget udbredelse af fjernovervågning af pumpestationer.
- Krav om indrapportering af årsvandmængder og indsivningsmængder i PULS.
- Fokus på optimering af renseanlæggenes processer.
- Øget fokus på klimatilpasning for at imødegå effekterne af forventede fremtidige stigninger i nedbørsmængder og hav- og grundvandstande.

UV defineres i rapporten som den vandmængde, der forekommer i afløbssystemet, men som hverken stammer fra spildevandsproduktionen i oplandet eller fra afledning af regnvand fra befæstede fælleskloakerede arealer. De hyppigst forekommende kilder til UV i afløbssystemer er indsvining, overlækning, fejkoblinger, tilkobling af dræn, tilbageløb fra recipienter, utætte etagebrønde og terrænaftømning gennem utætte dæksler.

En nedbringelse af UV i afløbssystemet vil reducere mængden af overløb fra kloaksystemet samt mindske energiforbruget til rensning og pumpning. Desuden mindskes den daglige udledning fra renseanlæg, hvilket har en positiv miljømæssig effekt og reducerer spildevandsselskabernes udledningsafgift. Der kan dermed være tale om et betydeligt effektiviseringspotentiale ved at undgå rensning af uvedkommende vand. Samtidig kan dokumentation af, at Danmark har et effektivt og intelligent spildevands- og afløbssystem fremme eksporten af danske systemløsninger.

Rapporten omfatter således en kvantificering af den samlede mængde af UV i Danmark, en estimering af de afledte økonomiske og miljømæssige konsekvenser heraf samt en vurdering af effektiviseringspotentialer på området. Kvantificeringen af mængden af UV på nationalt plan baseres dels på en estimering ud fra data og dels på en erfaringsindsamling hos udvalgte forsyninger.



Figur 1: Skitsering af rapportens opbygning

2. Estimering af UV på nationalt niveau ud fra data

I det følgende estimeres mængden af UV på nationalt niveau ved hjælp af en vandbalance, som opstilles for afløbssystemerne i de enkelte kommuner i Danmark. Fordelen ved denne metode er, at den muliggør en simpel estimering af mængderne af UV på nationalt niveau, fordi den udelukkende baseres på allerede tilgængeligt data.

2.1 Fremgangsmåde

Nedenstående vandbalance udtrykker, at den samlede årlige tilløbsvandmængde ved renseanlægget er en sum af oplandets spildevandsproduktion, regnvandsafledning fra befæstede fælleskloakerede arealer (ekskl. overløbsvand) samt uvedkommende vand.

$$\begin{aligned} V_{RA} &= V_{SPV} + V_{Regn} - V_{Ovl} + V_{UV} \\ &\Leftrightarrow \\ V_{UV} &= V_{RA} - V_{SPV} - (V_{Regn} - V_{Ovl}) \end{aligned}$$

Hvor:

V_{RA}	er årsvandmængden i tilløbet til renseanlægget ($m^3/\text{år}$)
V_{SPV}	er spildevandsmængden i renseanlæggets opland ($m^3/\text{år}$)
V_{Regn}	er regnvandsafstrømningen fra fælleskloakerede oplande ($m^3/\text{år}$)
V_{Ovl}	er aflastningsmængden fra overløbsbygværkerne ($m^3/\text{år}$)
V_{UV}	er den samlede mængde af uvedkommende vand ($m^3/\text{år}$)

Kvaliteten af de estimerede mængder UV afhænger af inputdataenes nøjagtighed. I de følgende afsnit beskrives hvorledes de enkelte komponenter i vandbalancen bestemmes ud fra data, herunder hvilke usikkerheder, der er forbundet med dataenes anvendelse.

Årsvandmængde

Årsvandmængderne i tilløbet til renseanlæggene bestemmes ud fra registrerede vandføringer i PULS for 2015 og 2016. I udtrækket fra PULS medtages årsvandmængder fra alle forsynings-ejede anlæg, som ikke er nedlagte.

Der forventes at være en varierende nøjagtighed af de indberettede årsvandmængder, dels fordi der kan være forskel på hvordan årsvandmængderne estimeres/måles, og dels fordi der kan være manglende indrapporteringer. De manglende indrapporteringer kan enten skyldes, at kommunerne ikke har indberettet data, eller at spildevandet eksporteres til rensning i en nabokommune.

Spildevandsmængden

Spildevandsmængden estimeres ud fra Forsyningssekretariatets registrering af forsynings-selskabernes debiterede spildevandsmængder for 2015 og 2016.

Der kan være forskel mellem den debiterede spildevandsmængde og den faktiske spildevands-belastning, specielt hvis forsyningen importerer spildevand fra en eller flere nabokommuner.

Regnvandsafstrømning

Bidraget fra regnvandsafstrømning fra fælleskloakerede arealer bestemmes på kommunalt niveau ud fra nedenstående udtryk.

$$V_{\text{regn}} = A_{\text{fælles}} \cdot f_{\text{hyd}} \cdot f_{\text{bef}} \cdot V_{\text{Nedbør}}$$

Hvor:

V_{Regn} er regnvandsafstrømningen fra fælleskloakerede oplande ($\text{m}^3/\text{år}$)
 $A_{\text{fælles}}$ er det fælleskloakerede oplandsareal (m^2)
 f_{hyd} er den hydrologisk reduktionsfaktor (-)
 f_{bef} er befæstelsesgraden (-)
 $V_{\text{nedbør}}$ er nedbørsmængden ($\text{m}/\text{år}$)

Det samlede fælleskloakerede areal i hver kommune bestemmes ud fra et af udtræk af kloakoplande fra PlansystemDK.

Den hydrologiske reduktionsfaktor fastlægges på baggrund af erfaringer til 0,7. Reduktionsfaktoren tager højde for, at ikke alle befæstede arealer bidrager med afstrømning til kloaksystemet. Derudover forudsættes det, at 20 % af årsmiddelnedbøren ikke giver anledning til afstrømning til renseanlægget grundet initialtab. Ved en årsmiddelnedbør på 750 mm svarer denne forudsætning til et initialtab på 150 mm. Der regnes typisk med et initialtab på 0,6 mm per regnhændelse, og det forudsatte årlige initialtab svarer dermed til ca. 250 nedbørshændelser om året, hvilket vurderes at være realistisk.

Befæstelsesgrader bestemmes ud fra Miljøstyrelsens digitale kort over estimerede befæstelsesgrader i Danmark. Kortet er baseret på et arealanvendelseskort udarbejdet af Aarhus Universitet¹.

Nedbørsmængden bestemmes på kommunalt niveau på baggrund af DMIs gennemsnitlige årsværdier (dekadenormal) for nedbør i perioden 2006-2015². Ifølge Spildevandskomiteens årsnotater for 2015 og 2016 var årsmiddelnedbøren i 2015 ca. 18 % højere end dekadennormalen, mens den i 2016 var ca. 11 % lavere.³ Ved estimering af nedbørsmængden for 2015 og 2016 korrigeres de gennemsnitlige årsværdier derfor med henholdsvis +18 % og -11 %.

Der forventes at være en betydelig usikkerhed forbundet med estimeringen af det befæstede areal, initialtabet, den hydrologiske reduktionsfaktor og nedbørsmængden.

Overløbsmængder

Overløbsmængderne fra fællessystemet er vanskelige at estimere, og skal optimalt set bestemmes ved målinger og/eller hydrauliske beregninger. I enkelte tilfælde er der registreret et overløbsvolumen i PULS, men disse data vurderes at være behæftet med stor usikkerhed.

Som et simpelt estimat på overløbsmængderne antages det, at 10 % af årsmiddelnedbøren ikke giver anledning til afstrømning til renseanlægget, fordi det aflastes via overløbsbygværker. Reduktionen er delvist beregnet ud fra indberettede overløbsmængder i PULS for Aalborg Kloak A/S for 2014, og antages at være repræsentativ for det gennemsnitlige afløbssystem i Danmark. Det skal dog bemærkes, at overløbsmængderne i praksis afhænger meget af afløbssystemets udformning og dermed forventeligt varierer fra forsyning til forsyning.

Vurdering af metoden

Som nævnt ovenfor er der en betydelig usikkerhed forbundet med størstedelen af de anvendte inputdata. Metoden vurderes derfor kun at være anvendelig til at give et groft estimat over mængderne af UV i afløbssystemet.

Idet der ikke tages højde for import og eksport af spildevand på tværs af kommunegrænserne, er der en betydelig usikkerhed på de estimerede mængder UV på kommunalt niveau. En nærmere undersøgelse af kommunernes indbyrdes import/eksport af spildevand ligger udenfor opgavens omfang. Metoden vurderes dermed hovedsageligt at være anvendelig til estimering af mængder af UV på nationalt plan samt for kommuner, hvor der hverken importeres eller eksporteres spildevand på tværs af kommunegrænsen.

¹ <http://www.klimatilpasning.dk/kommuner/kortlaegning-til-brug-for-klimatilpasning/den-kommunale-risikokortlaegning/nedboer.aspx>

² <https://www.dmi.dk/vejr/arkiver/normaler-og-ekstremer/kommuneklimadata-2006-15/>

³ Drift af Spildevandskomiteens Regnmålersystem, årsnotater for 2015 (DMI Report 16-03) og 2016 (DMI Report 17-03).

2.2 Analyse af data

I nedenstående tabel 1 fremgår estimerede mængder af UV på nationalt plan. I den første række fremgår en beregning med anvendelse af data fra alle kommuner i Danmark. I anden række er der fraserteret data fra kommuner, hvor der ikke er indrapporteret årsvandmængder i PULS, mens der i tredje række er medtaget data fra kommuner, hvor de manglende indrapporteringer vurderes at skyldes eksport af spildevand til nabokommunen.

Det vurderes, at anvendelse af data fra alle kommunerne medfører en underestimering af mængderne af UV på nationalt plan, fordi der er flere kommuner med manglende indberetninger. Omvendt vurderes det at medføre en overestimering af mængderne af UV at undlade data fra kommuner uden indberetninger i PULS, fordi nogle af de manglende indberetninger skyldes eksport af spildevand. Det skal bemærkes, at der principielt indføres en mindre bias mellem de estimerede mængder af UV i linje 1-3, fordi de ikke er baseret på samme datagrundlag.

Tabel 1: Estimerede mængder af UV på nationalt plan med anvendelse af inputdata for alle kommuner, kun kommuner med indrapporterede årsvandmængder i PULS samt med frasertering af kommuner, hvor manglende data skyldes manglende indrapporteringer og ikke eksport af spildevand til nabokommunen

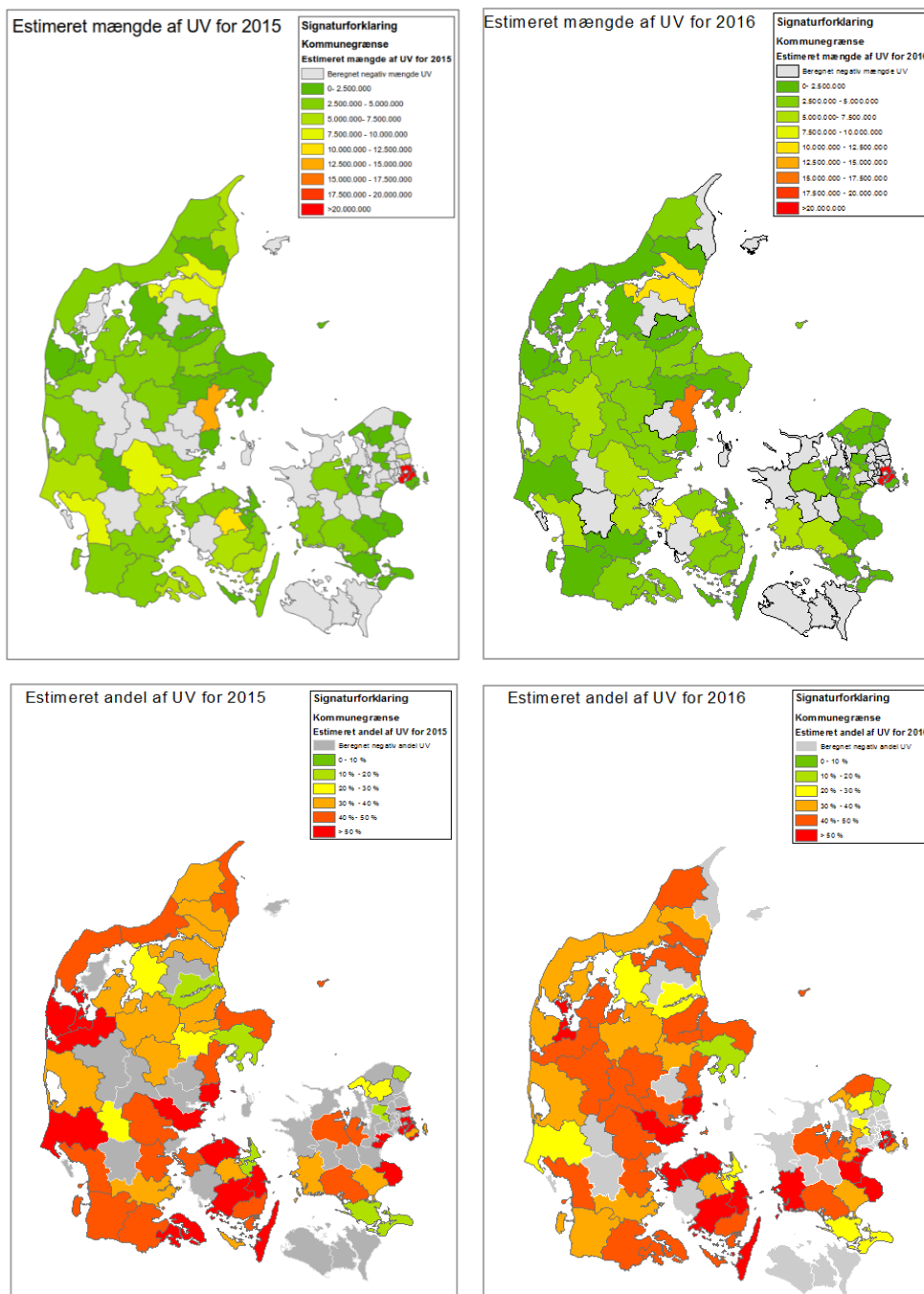
Datagrundlag	Estimeret mængde UV på renseanlæggene (mio. m ³)		Andel UV på renseanlæggene (%)		Årsvandmængde fra PULS (mio. m ³)		Debiteret spildevandsmængde (mio. m ³)		Estimeret regnvands afstrømning (mio. m ³)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Alle Kommuner	76	110	12	18	642	623	359	355	207	158
Kun kommuner m/ data i PULS	269	252	42	41	642	623	218	239	155	132
Frasorteret kommuner m. forventet datamangel	163	152	26	25	633	610	302	318	167	141

På baggrund af beregningen med frasertering af data fra kommuner, hvor der forventes at være en manglende indberetning, vurderes det, at mængden af UV på nationalt niveau er i størrelsesordenen 150-200.000.000 m³/årligt svarende til ca. 25-30 % af den samlede tilledte vandmængde på renseanlæggene i DK. På grund af usikkerhed på inputdata er overslaget behæftet med væsentlig usikkerhed.

Et usikkerhedsestimat kan eksempelvis opnås ved en Monte Carlo-simulering. Baseret på en gennemgang af inputdata og deres forventelige usikkerhed estimeres det, at den samlede usikkerhed på andelen af UV er inden for ±10 %. Det svarer til, at de samlede mængder af UV ligger inden for intervallet ca. 95-255.000.000 m³ årligt.

Geografisk fordeling af UV

På nedenstående figur samt på vedlagte tegning 1-4 fremgår en visualisering af den geografiske fordeling af estimerede totale og relative mængder af UV på kommunalt niveau. Estimerede negative mængder og procentuelle andele af UV skyldes enten manglende indberetninger i PULS eller at spildevandet eksporteres til nabokommuner.

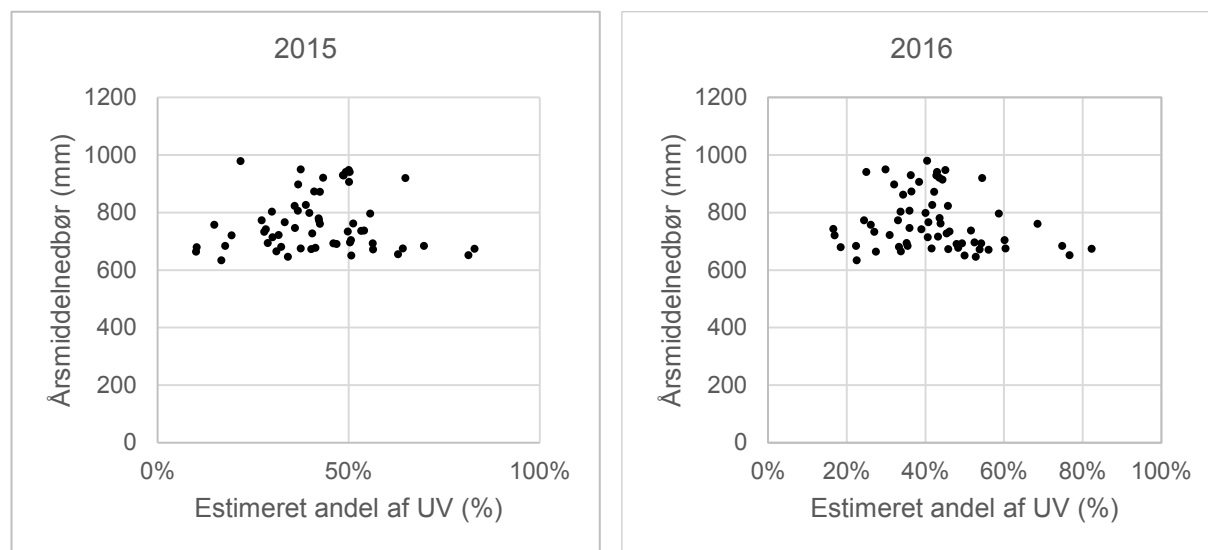


Figur 1: Visualisering af den geografiske fordeling af estimerede totale og relative mængder af UV på kommunalt niveau

Af tegningerne fremgår det, at de største mængder af UV forekommer i de kommuner, hvor de største byer i Danmark ligger (Aalborg, Aarhus, Odense og København). Disse kommuner har dog ikke en signifikant større procentuel andel af UV end de øvrige kommuner i Danmark. De store mængder UV i disse kommuner vurderes dermed at skyldes, at der generelt renses større vandmængder. Derudover vurderes der ikke at forekomme entydige geografiske tendenser i de estimerede mængder og procentuelle andele af UV.

Sammenhæng med årsmiddelnedbør

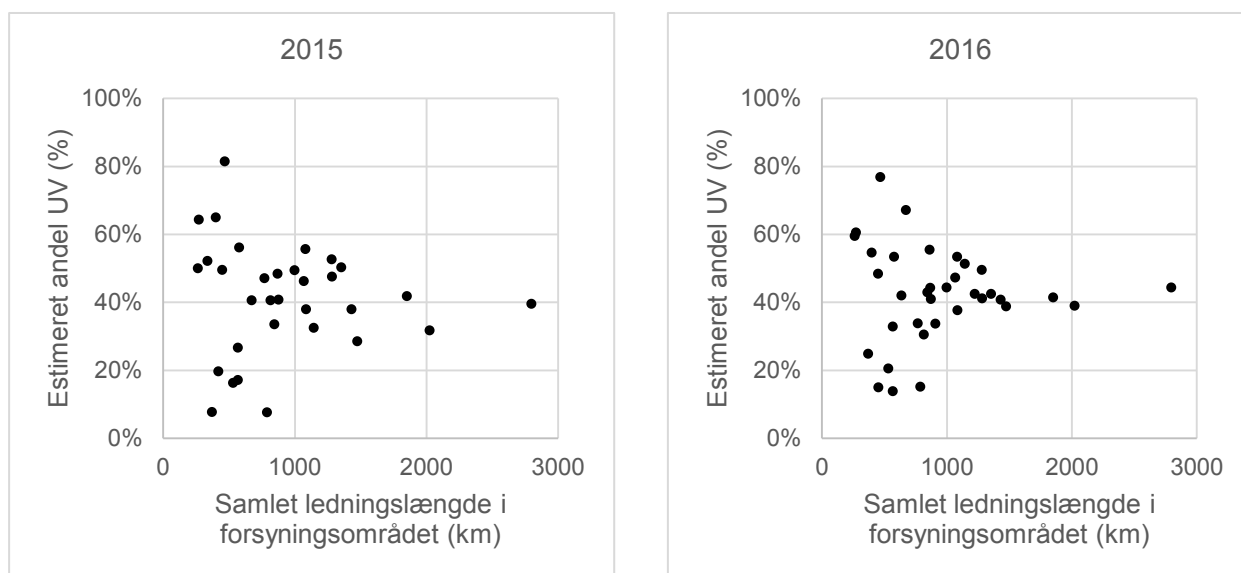
På nedenstående figur fremgår en graf over sammenhængen mellem årsmiddelnedbøren og de estimerede procentuelle andele af UV på kommunalt niveau. Der synes ikke at være sammenhæng mellem kommunernes årsmiddelnedbør og de estimerede andele af uvedkommende vand.



Figur 2: Sammenhæng mellem årsmiddelnedbør og estimeret andel af UV på kommunalt niveau for 2015 (tv) og 2016 (th).

Sammenhæng med ledningslængde

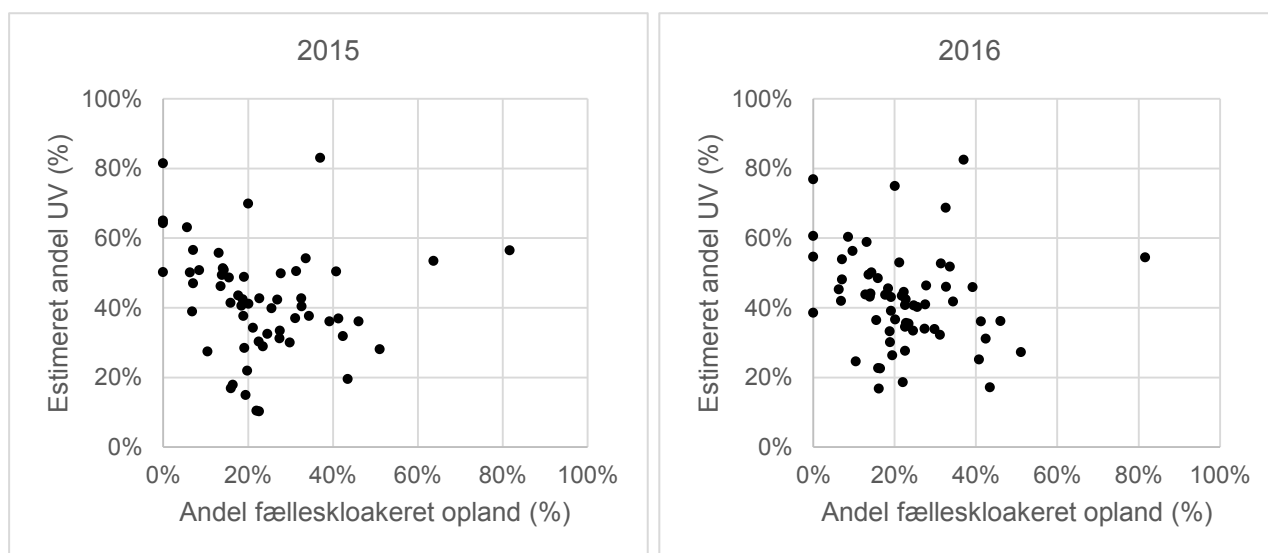
I nedenstående figur fremgår en graf over sammenhængen mellem de estimerede procentuelle andele af UV og den samlede ledningslængde i forsyningsområdet. I grafen er der kun medtaget data for de forsyninger, hvor der er angivet en total ledningslængde i DANVAs "Vand i tal 2017" (ca. 70 % af de danske forsyninger). Der optræder ikke en entydig sammenhæng mellem den samlede ledningslængde og de estimerede andele af uvedkommende vand. Der forventes ikke at kunne opnås en sammenhæng, hvis der indhentes ledningsdata for de resterende 30 % af de danske forsyninger.



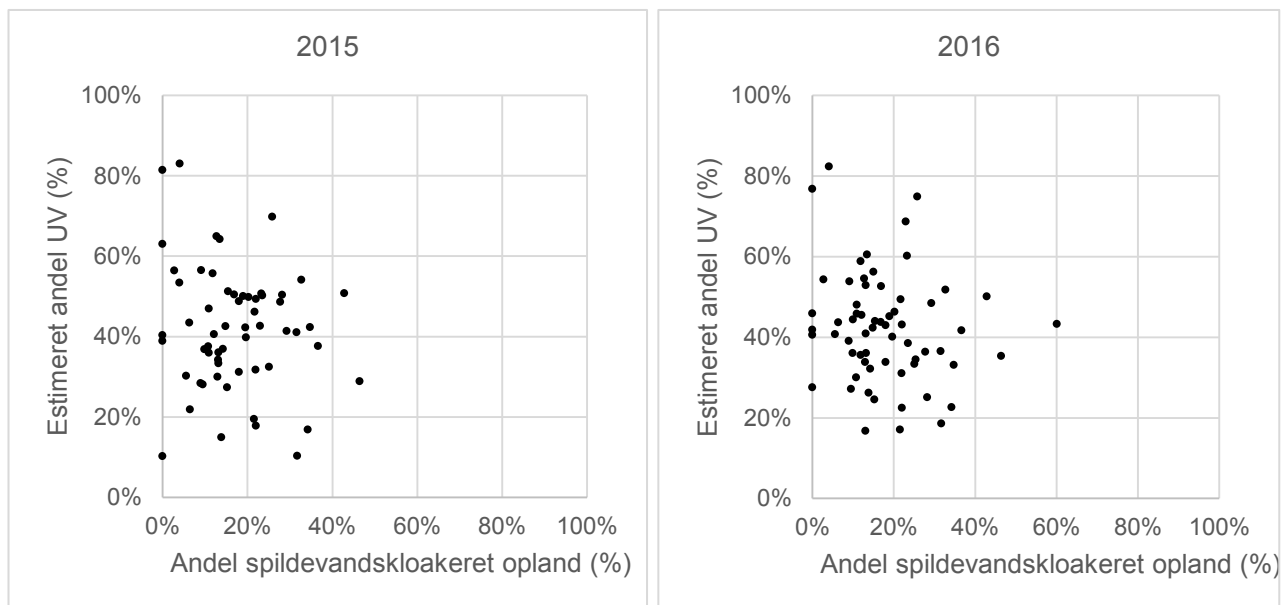
Figur 3: Sammenhæng mellem estimerede andele UV for 2015 (tv) og 2016 (th) og samlet ledningslængde i forsyningsområdet (tal fra DANVAs Vand i tal 2017)

Sammenhæng med kloakeringsprincip

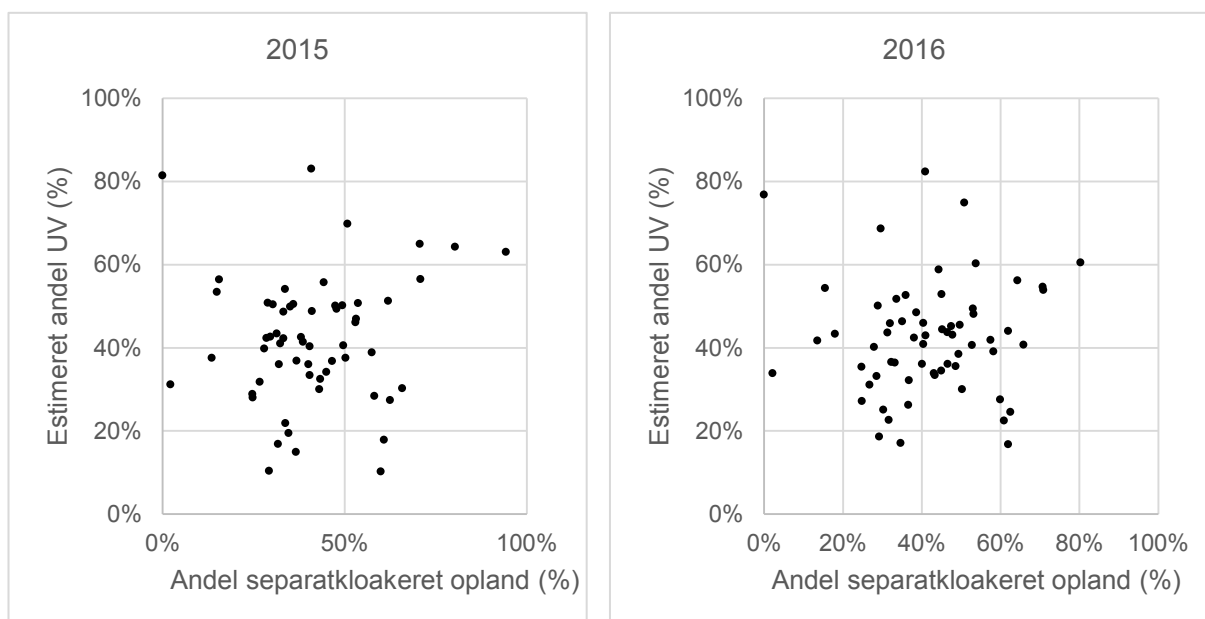
I nedenstående figurer fremgår sammenhæng mellem den procentuelle andel af UV og andelen af henholdsvis fælles-, spildevand- og separatkloakerede arealer i forsyningsområdet. Det vurderes ikke muligt at konstatere en entydig sammenhæng mellem kloakeringsprincipper og de estimerede andele af uvedkommende vand.



Figur 4: Sammenhæng mellem estimeret andel af UV for 2015 (tv) og 2016 (th) og andel fælleskloakeret opland.



Figur 5: Sammenhæng mellem estimeret andel UV for 2015 (tv) og 2016 (th) og andel spildevandskloakeret opland (kun spildevand ledes til offentlig kloak, mens regnvand håndteres af grundejeren via private løsninger).



Figur 6: Sammenhæng mellem estimeret andel UV og andel separatkloakeret opland.

Mulige årsager til manglende sammenhænge

En mulig forklaring på, at der ikke kan konstateres tydelige sammenhænge i ovenstående undersøgelser kan være, at usikkerhederne på estimerne er store i forhold til forskellene i mængder af UV i de enkelte kommuner.

En anden mulig årsag til, at der ikke kan konstateres geografiske sammenhænge i mængder og procentuelle andele af UV kan være, at de største variationer af UV forekommer på mindre skala end på kommunalt niveau. I så fald vil de geografiske sammenhænge blive udjævnet, når estimeringen udføres på kommunalt niveau. Det vurderes således sandsynligt, at der kan findes sammenhænge mellem disse og øvrige parametre (eksempelvis gennemsnitsalder af kloaksystemet, grundvandsstand, ledningsdybde, ledningsmateriale), hvis analysen udføres på lokal skala med validerede data for mængder af UV. Der er ikke gennemført analyser for at afdække sammenhænge med disse parametre i nærværende opgave.

2.3 Opsummering

Det estimeres ud fra data, at mængden af UV på nationalt niveau er i størrelsesorden 150-200.000.000 m³/årligt svarende til ca. 25-30 % af den samlede årsvandmængde på renseanlæggene i DK. På grund af usikkerheder i de anvendte data skal overslaget betragtes som et groft overslag. Baseret på en gennemgang af inputdata og deres forventelige usikkerhed estimeres det, at den samlede usikkerhed på andelen af UV er inden for ± 10 %. Det svarer til, at de samlede mængder er inden for intervallet ca. 95–255.000.000 m³ årligt.

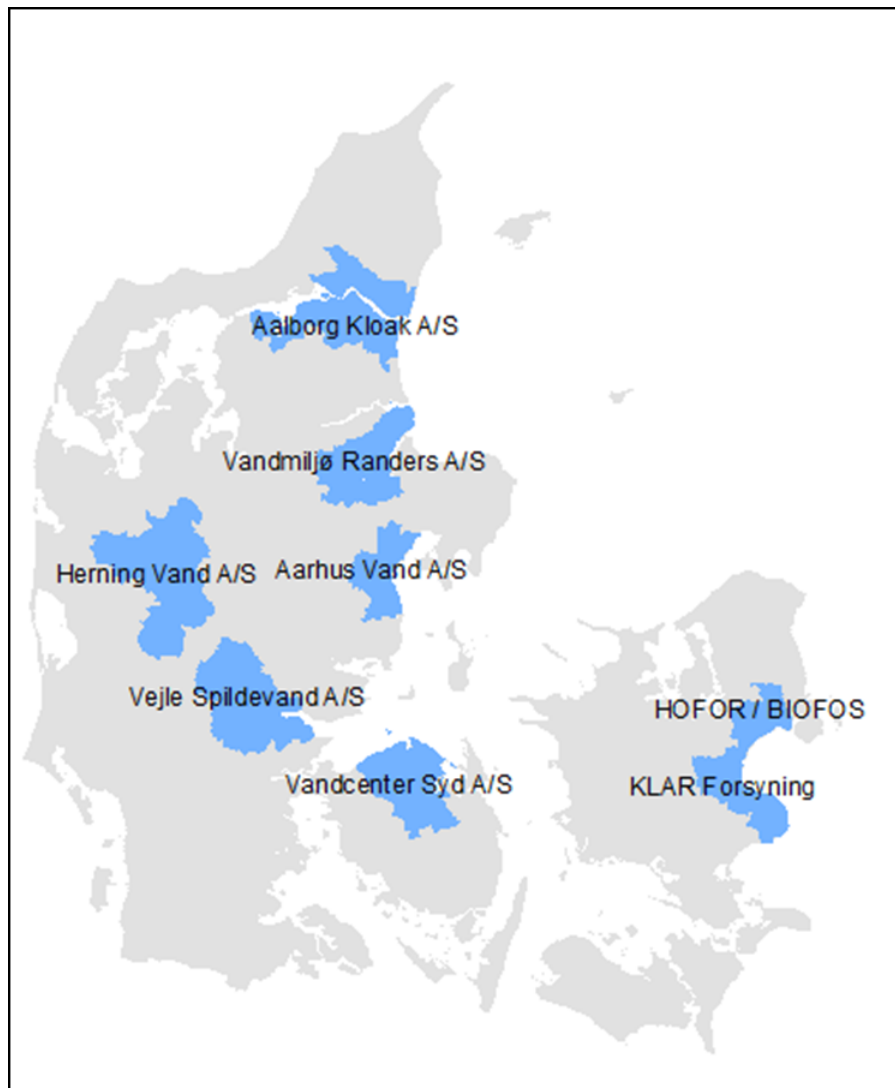
Der konstateres ikke tydelige geografiske sammenhænge eller forskelle i de estimerede mængder og procentuelle andele af UV. Der er ligeledes heller ingen umiddelbare sammenhænge mellem den relative andel UV og hhv. årsmiddelnedbør, samlede ledningslængder eller kloakeringsprincipper i de enkelte kommuner.

3. Forsyningernes erfaringer med UV

Som supplement til estimeringen af UV på nationalt niveau er der gennemført en rundspørge hos udvalgte forsyninger. Formålet med rundspørgen er at indsamle og analysere erfaringerne fra forsyningernes eget arbejde med uvedkommende vand, herunder også at indsamle data om mængder af UV til validering af den databaserede tilgang til estimeringen af UV.

3.1 Fremgangsmåde

Indsamlingen af erfaringer fra de udvalgte forsyninger er sket med udgangspunkt i et spørgeskema, som i enkelte tilfælde er suppleret med en telefonisk samtale. Det fremsendte spørgeskema fremgår af bilag 1, mens der i bilag 2 fremgår en liste over de forsyninger, som har bidraget til undersøgelsen. Forsyningerne er ligeledes vist på nedenstående figur 8.



Figur 7: Oversigt over forsyninger, som har bidraget til undersøgelsen

Der er i spørgeskemaet hovedsageligt fokuseret på forsyningernes kendskab til og erfaringer med nedenstående emner/parametre.

- Totale og relative mængder af UV
- Betydningen af indsivning og fejlkoblinger for mængderne af UV
- Estimerede årlige udgifter til rensning og pumpning af UV
- Særlige kendetegn ved områder som bidrager med meget/lidt UV
- Gennemførte indsatser mod UV
- Erfaringer med tiltagenes omkostningseffektivitet

I bilag 3 fremgår en oversigt over forsyningernes besvarelser af spørgeskemaet. Bilaget repræsenterer ikke en fuldstændig gengivelse af forsyningernes besvarelser, idet enkelte forsyninger har frabedt sig, at deres besvarelser publiceres direkte.

I de følgende afsnit opsummeres forsyningernes erfaringer med UV. Opsummeringen foretages hovedsageligt kvalitativt, og der foretages kun i begrænset omfang en kvantitativ opsummering. Det vurderes således ikke hensigtsmæssigt at lave en større kvantitativ sammenligning, idet besvarelsenerne er baseret på et varierende datagrundlag, ligesom der er stor forskel på, hvor overfladisk forsyningerne har bevaret spørgeskemaerne.

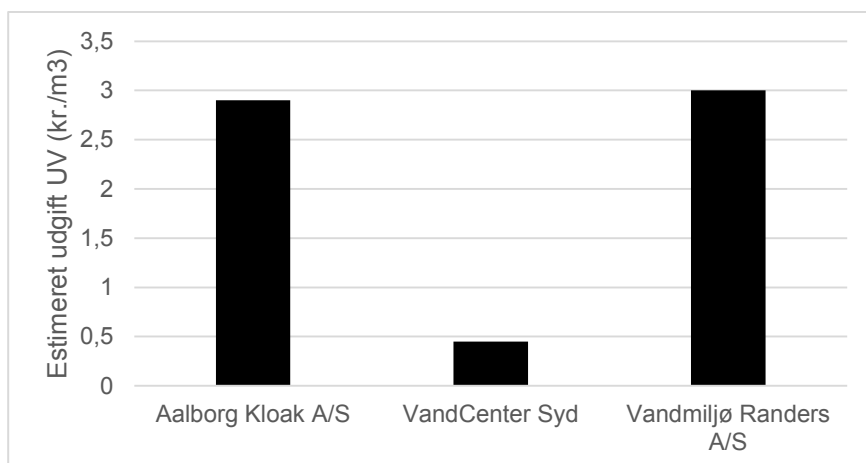
3.2 Mængder af UV

Som angivet i bilag 3 har syv ud af de ni adspurgte forsyninger i besvarelsen af spørgeskemaet angivet estimerede/registrerede årlige mængder af UV på forsyningens renseanlæg. Hos de respektive forsyninger udgør UV mellem 24 og 65 % af årsvandmængden på renseanlæggene. Det typiske niveau for UV hos de adspurgte forsyninger er i størrelsesordenen 25-35 %. I afsnit 4 sammenlignes forsyningernes estimerede mængder og procentuelle andele af UV med estimererne fra afsnit 2.

Forsyningernes estimer af UV er som oftest baseret på en vandbalancebetragtning efter samme metode, som der er beskrevet i afsnit 2. Forsyningerne tager dog højde for import/eksport af spildevand fra nabokommuner og anvender ofte mere præcise tal for befæstelsesgrader, fordi de har et større kendskab til kommunens afløbssystemer. Enkelte forsyninger (eksempelvis BIOFOS) har udført analysen på renseanlægsniveau og enkelte (eksempelvis Aarhus Vand A/S og Aalborg Kloak A/S) har suppleret metoden med målinger i afløbssystemet (eksempelvis i pumpestationer).

Forsyningerne erfarer generelt, at der er en årsvariation i mængden af uvedkommende vand, som ikke overraskende er korreleret med nedbørsmængden og de afledte stigninger i grundvandsstanden. Vandmiljø Randers A/S har registreret en årlig variation i mængden af UV på $\pm 0,5$ mio. m^3 , hvilket svarer til en årsvariation på ca. 10-15 %. Herning Vand A/S skønner ligeledes en årsvariation på 10-15 %, mens Aalborg Kloak A/S har registreret en årlig variation i UV på 2-4 %.

Aalborg Kloak A/S har estimeret, at der årligt bruges ca. 22 mio. kr. på pumpning og rensning af uvedkommende vand, hvilket svarer til en omkostning på ca. 2,9 kr./ m^3 . Vandmiljø Randers A/S estimerer, at der årligt bruges ca. 9-10 mio. kr. på håndtering af UV i afløbssystemet, hvilket svarer til en udgift på ca. 3 kr./ m^3 . Overslagene fra Aalborg Kloak A/S og Vandmiljø Randers A/S er inkl. statslige spildevandsafgifter. Herning Vand A/S er pt. ved at beregne deres omkostninger til UV, men vurderer at udgifterne til rensning ligger i størrelsesordenen 2 kr./ m^3 , forudsat at UV betragtes som en marginalomkostning på renseanlægget. Vandcenter Syd estimerer, at det koster ca. 0,45 kr./ m^3 UV. Den lavere enhedspris ved Vandcenter Syd vurderes at skyldes, at der anvendes andre forudsætninger til estimeringen af omkostningerne til rensning og pumpning. De estimerede udgifter fremgår af nedenstående figur.

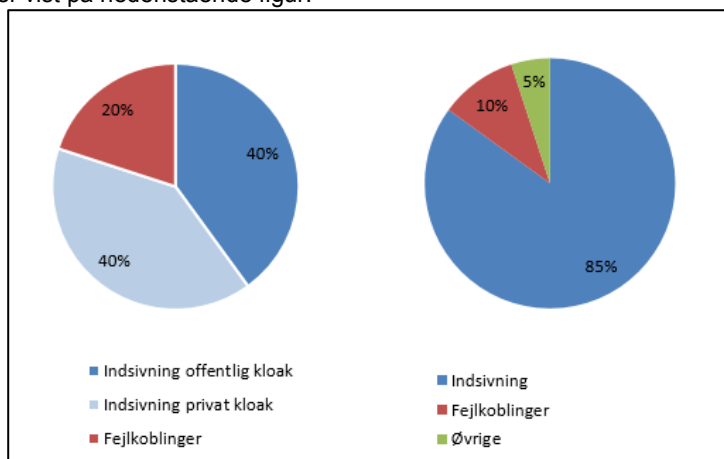


Figur 8: Estimerede udgifter til rensning og pumpning af UV.

Aarhus Vand A/S fremhæver, at rensning og pumpning kun udgør en delmængde af de samlede omkostninger til håndtering af UV i afløbssystemet. Af andre udgifter kan nævnes øgede anlægsomkostninger, fordi der skal tages højde for UV i dimensioneringen af ledninger, pumpestationer og renseanlæg, udgifter til hyppigere kælderopstuvninger og miljømæssige omkostninger pga. hyppigere overløb.

3.3 Kilder til UV

De adspurgte forsyninger, som har kendskab til kildefordelingen af UV, vurderer, at indsivning er den vigtigste kilde til uvedkommende vand i afløbssystemet. Herning Vand A/S har f.eks. estimeret, at 80 % af UV i afløbssystemet stammer fra indsivning, og at de resterende 20 % stammer fra fejkoblinger. Herning Vand A/S vurderer endvidere, at halvdelen af indsivningen sker via de offentlige kloakledninger og den anden halvdel sker gennem de private kloakledninger. Vandcenter Syd vurderer tilsvarende, at 85 % af mængden af UV stammer fra indsivning, og at de resterende 15 % stammer fra henholdsvis fejkoblinger (10 %) og øvrige kilder (5%). Fordelingen er vist på nedenstående figur.



Figur 9: Estimeret fordeling af mængder af UV ved Herning Vand A/S (tv) og Vandcenter Syd (th).

Områder med en høj grundvandsstand og et gammelt ledningssystem (betonrør fra 60'erne) giver erfaringsmæssigt de største mængder uvedkommende vand. Derudover kan ulovligt tilkoblede dræn, grundvandspumper, tilsluttede vandløb eller tilbageløb fra hav/fjord aflede store mængder UV til afløbssystemet.

Aarhus Vand A/S har erfaret, at fejkoblinger lokalt kan udgøre et væsentlig bidrag til mængden af uvedkommende vand. Dette er specielt tilfældet i de områder, som er blevet separat-kloakeret for over 20 år siden, fordi der ifølge Aarhus Vand A/S på daværende tidspunkt ikke var tilstrækkelig opmærksomhed på opfølgning af, om grundejerne fik separatkloakeret på privat grund. Derudover erfarer Aarhus Vand og Vandcenter Syd, at der kan være store mængder UV i områder med etagebrønde/dobbeltbrønde, fordi der sker overlækning fra regnvandsledningen til spildevandsledningen via utætheder.

3.4 Indsatser mod UV

De anvendte tiltag til nedbringelse af UV hos de adspurgte forsyninger kan samlet set placeres i nedenstående tre kategorier.

- Frakobling af større punktkilder
- Strømpeforing/renovering
- Fjernelse af fejkoblinger

Frakobling af større punktkilder

Blandt de adspurgte forsyninger er der generel enighed om, at tiltag til frakobling af større punktkilder (vandløb, grøfter, kildevæld, drænpumper, markdræn, og tilbageløb fra hav/fjord) typisk giver store driftsbesparelser set i forhold til investeringsomkostningerne.

I områder med mange små indsivninger eller få fejkoblinger erfarer forsyningerne, at det er vanskeligt at opnå tilstrækkeligt store driftsbesparelser til at finansiere de nødvendige renoveringer/udbedringer.

Strømpeforing/renovering

Der er meget varierede erfaringer med strømpeforing/renovering af ledninger og brønde som indsats mod UV.

Hos Herning Vand A/S er der eksempler på strømpeforinger, som har haft en tilbagebetalings-tid på under 1 år, og det estimeres her, at en renovering af et helt byområde i nogle tilfælde kan give en besparelse svarende til forrentning af et lån til gennemførelsen 2 gange. Tilsvarende har Aalborg Kloak A/S et eksempel fra 1996, hvor en kombineret strømpeforing og renovering af ca. 100 m ledning gennem et engareal har medført en reduktion af UV på ca. 250.000 m³ årligt. Tiltaget kostede på daværende tidspunkt ca. 2,4 mio. kr. at gennemføre og medførte en umiddelbar driftsbesparelse på ca. 570.000 kr. (1996-priser).

Omvendt har flere forsyninger erfaret, at effekten af en strømpeforing kan være lille, specielt hvis det udelukkende er hovedledningerne, som strømpefores. Årsagen til den begrænsede effekt kan skyldes, at foringen hæver grundvandsstanden og dermed forøger indsivningen gennem stik og private kloakledninger.

Aalborg Kloak A/S har eksempelvis gennemført strømpeforinger på dele af det afskærende ledningssystem uden der umiddelbart har kunnet måles en effekt på renseanlægget. Det vurderes, at årsagen hertil er, at reduktionen i UV er lille sammenlignet med de samlede mængder af regnvand og UV på renseanlægget.

Hvis der skal opnås en effekt af strømpeforingerne, er det vigtigt at stikledningerne og det private kloaksystem også renoveres i nødvendigt omfang. I denne forbindelse er det en udfordring, at forsyningerne ikke må udføre reparationer/foringer på det private kloaksystem.

Fejkoblinger

Fjernelse af fejkoblinger prioriteres generelt højt hos de adspurgte forsyninger, fordi fejkoblingerne lokalt kan have store konsekvenser (kælderoversvømmelser, hyppigere overløb eller spildevand i recipienter/bassiner). Eksempelvis prioriterer Aarhus Vand A/S fjernelse af fejkoblinger, som medfører afledning af spildevand direkte til recipient eller kælderopstuvninger, højere end øvrige tiltag til nedbringelse af UV.

I forhold til nedbringelse af UV fra fejkoblinger er det både en udfordring at få lokaliseret fejkoblingerne og at få dem udbedret.

Aalborg Kloak A/S erfarer, at TV-inspektioner af hovedledninger ofte ikke er velegnede til at lokalisere uvedkommende vand, fordi det ofte kun er muligt at lokalisere større punktkilder, mens det er vanskeligt at opdage mindre diffuse tilledninger samt fejkoblinger. Aalborg Kloak A/S har derimod gode erfaringer med systematisk at gennemgå kloakforholdene i allerede separatkloakerede områder. I gennemgangen anvendes fysiske inspektioner i marken, sporstofforsøg og gennemgang af kloaktegninger i byggesagsarkivet.

De adspurgte forsyninger fremhæver generelt vigtigheden af at have et tæt samarbejde med kommunen, som har myndighed til at påbyde grundejerne at udbedre fejkoblinger.

Som alternative forebyggende indsatser mod UV kan nævntes, at Aarhus Vand A/S og Aalborg Kloak A/S årligt afholder et kloakmesterforum, hvor forsyningen, kommunen og de lokale kloakmestre deltager. Kloakmesterforummet har bl.a. til formål at reducere antallet af fejkoblinger og antallet af sager, hvor borgerne ikke får gennemført den påbudte separatkloakering i tide.

3.5 Opsummering

Mængden af UV på renseanlægget hos de adspurgte forsyninger udgør mellem 24 og 65 % af årsvandmængden. Det typiske niveau for UV hos de adspurgte forsyninger er i størrelsesordenen 25-35 %.

Indsivning betragtes som den vigtigste kilde til uvedkommende vand i afløbssystemet. Områder med en høj grundvandsstand og et gammelt ledningssystem (betonrør fra 60'erne) giver erfaringsmæssigt de største mængder uvedkommende vand.

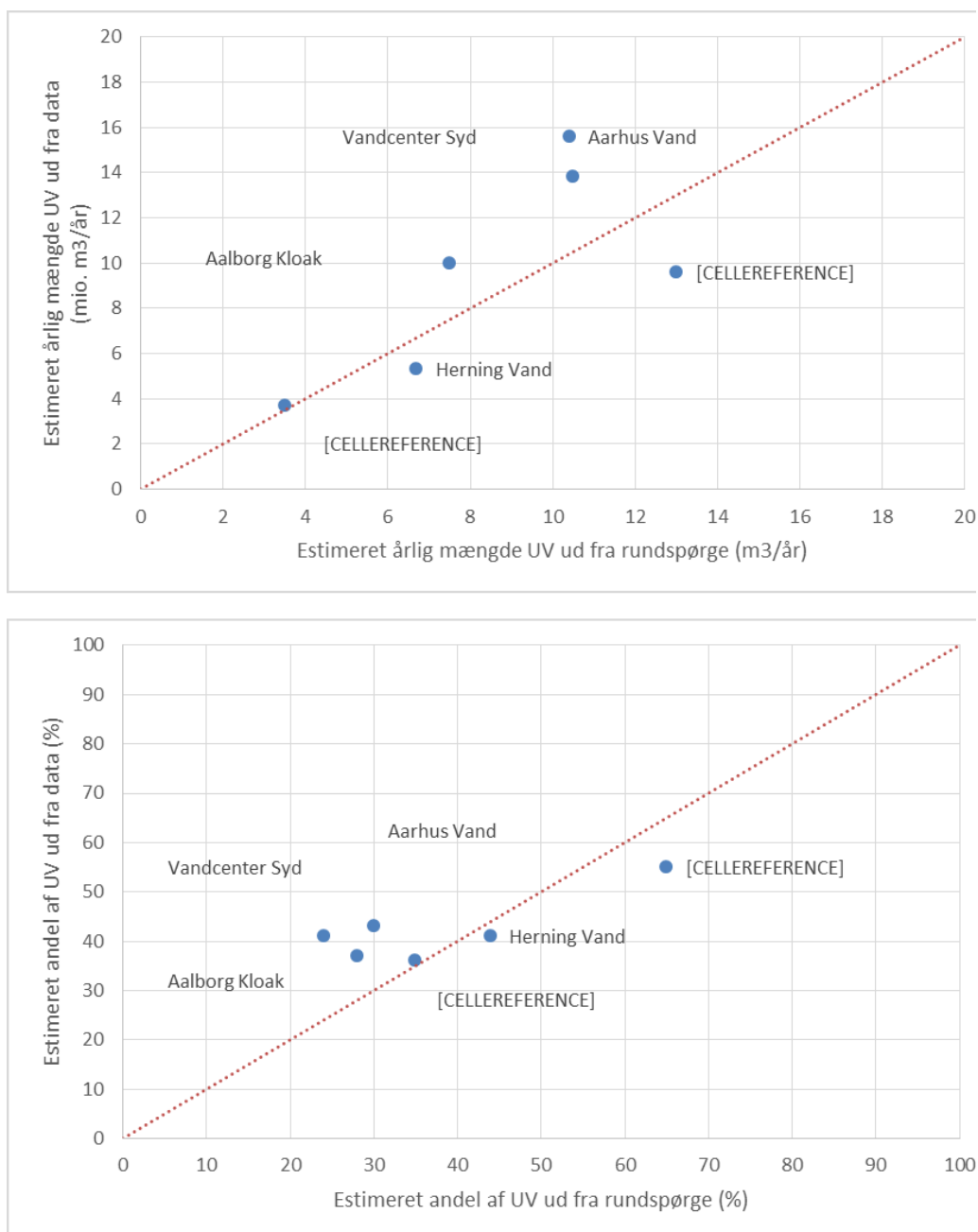
Blandt de adspurgte forsyninger er der generel enighed om, at tiltag til frakobling af større punktkilder typisk giver store driftsbesparelser set i forhold til investeringsomkostningerne.

I områder med mange små og spredte indsivninger eller få fejkoblinger erfarer flere forsyninger, at det kan være vanskeligt at opnå tilstrækkeligt store driftsbesparelser til at finansiere de nødvendige renoveringer/udbedringer.

Der er varierende erfaringer med strømpeforing og renovering som indsats mod UV.

4. Validering af de estimerede mængder UV

I de to foregående afsnit er mængderne af UV i afløbssystemerne blevet estimeret på nationalt plan ud fra data samt ved rundspørge hos udvalgte forsyninger. Af figur 11 fremgår en sammenligning af estimerede mængder og procentuelle andele af UV ud fra de to metoder.



Figur 11: Sammenligning af estimerede mængder og andele af UV ud fra data og rundspørge

Af figuren fremgår det, at der generelt er en god korrelation mellem de to metoders estimerede mængder og andele af UV.

En del af korrelationen kan forklares ved, at flere af de adspurgte forsyninger har estimeret UV ud fra en massebalancebetragtning for hele forsyningsområdet. Her vurderes de mindre afvigelser primært at skyldes, at forsyningerne har anvendt andre befæstelsesgrader og nedbørsmængder til estimering af regnvejsafstrømningen. Afvigelserne kan ligeledes skyldes, at der er taget højde for eventuel eksport/import af spildevand.

Ved Aarhus Vand A/S er de estimerede mængder UV baseret på en detaljeret undersøgelse af belastningerne på forsyningens afskærende pumpestationer. Også her opnås en relativt god sammenhæng mellem de to metoders estimater.

5. Økonomiske og miljømæssige konsekvenser

I det følgende estimeres de økonomiske konsekvenser forårsaget af merudgifter til rensning og pumpning af UV i afløbssystemet kvantitativt. Derudover beskrives en række øvrige økonomiske og miljømæssige konsekvenser kvalitativt, ligesom betydningen af de forventede klimaforandringer for de fremtidige økonomiske konsekvenser beskrives. En kvantitativ beskrivelse af de øvrige økonomiske og miljømæssige konsekvenser ligger udenfor opgavens omfang.

5.1 Merudgifter til rensning og pumpning

Forekomsten af UV i afløbssystemet medfører en forøgelse af forsyningernes udgifter til rensning og pumpning af spildevand.

Udgifterne til pumpning og rensning afhænger af de lokale forhold, og vil derfor variere fra forsyning til forsyning. Under forudsætning af, at rensning og pumpning betragtes som en marginalomkostning, vurderes det på baggrund af undersøgelsen i afsnit 3, at rensning og pumpning koster henholdsvis ca. 2 kr./m³ og ca. 0,8 kr./m³. Udgifterne til rensning er inkl. statslige spildevandsafgifter.

I afsnit 2 blev det estimeret, at mængden af UV i afløbssystemet på nationalt plan er i størrelsesordenen 150-200 mio. m³/år. Det svarer til en merudgift til rensning og pumpning i størrelsesordenen ca. 500 mio. kr./år.

Udgifterne afholdes af forsyningsselskaberne, men i sidste ende vil udgifterne blive betalt af forbrugerne gennem vandafledningsbidraget.

5.2 Øvrige økonomiske omkostninger

Udover udgifterne til rensning og pumpning vil UV medføre en række øvrige omkostninger, som dog er vanskelige at kvantificere på nationalt niveau. Nedenfor fremgår en beskrivelse af de vigtigste økonomiske omkostninger forårsaget af UV.

Øgede anlægsomkostninger

UV medfører ofte øgede anlægsomkostninger ved etablering af nye afløbssystemer og rensningsanlæg, fordi der i dimensioneringen skal tages højde for mængden af UV.

Ved dimensionering af spildevandsledninger er det normal praksis at sikre, at ledningerne maksimalt er halvfylde ved den dimensionsgivende spildevandsstrøm. Herved sikres det, at der er en reservekapacitet til bl.a. at håndtere UV i spildevandssystemet. I detailsystemet inden for byområderne har dette sjældent betydning for udgifterne til ledningsetablering, fordi ledningerne af hensyn til risiko for tilstopning samt mulighed for TV-inspektion og spuling mv. ofte etableres i større dimension, end der beregnes nødvendig ved dimensioneringen.

UV kan derimod medføre en væsentlig forøgelse af anlægsomkostningerne ved etablering af pumpestationer, det afskærende system samt renseanlæg.

Idet der typisk er store udgifter forbundet med etableringen heraf kan der være tale om store meromkostninger grundet UV.

Øget slitage

UV kan medføre øget slitage af sliddele i pumpestationer samt på renseanlægget. Det er vanskeligt at kvantificere betydningen af UV, men i nogle tilfælde kan der antageligt være tale om

væsentlige reduktioner af sliddelenes levetid. Typisk er det kun nødvendigt at udskifte den enkelte sliddel.

Udgifterne til øget slitage vurderes derfor at være af mindre betydning sammenlignet med de øgede anlægsomkostninger.

Øget risiko for kælderoversvømmelser

UV vil medføre en øget belastning af afløbssystemet og dermed forøge risikoen for kælderoversvømmelser. Risikoen kan specielt være stor i separatkloakerede oplande med mange fejlkoblinger. Det er vanskeligt at kvantificere betydningen af UV, fordi kælderoversvømmelser også kan være forårsaget af tilstopninger eller sammenstyrtninger i kloaksystemet eller af kraftig regn.

Sammenlignet med de øgede anlægsomkostninger vurderes denne omkostning (for hændelser forårsaget af UV) at være af mindre betydning. '

5.3 Miljømæssige konsekvenser

UV i afløbssystemet medfører desuden en række miljømæssige konsekvenser. Nedenfor fremgår en beskrivelse af de væsentligste positive effekter og negative konsekvenser.

5.3.1 Negative konsekvenser

Øget risiko for overløb fra overløbsbygværker

UV kan medføre en øget risiko for overløb fra overløbsbygværker, fordi UV optager en del af overløbsbygværkets videreførte kapacitet. UV vil både medføre en forøgelse af hyppigheden og mængden af overløb. Påvirkningen kan være væsentlig ved overløbsbygværker med stor påvirkning af UV og med en lille videreført vandmængde. EnviDan har kendskab til eksempler på afløbssystemer, som går i overløb i 1-2 dage under tørvejr på grund af UV.

Øget CO₂-udledning

Det øgede energiforbrug til rensning og pumpning af UV vil medføre en øget CO₂-udledning til atmosfæren. Hvis det som et groft overslag antages, at 75 % af alle udgifterne til rensning og pumpning (2,8 kr./m³) går til energiforbrug, og at strømprisen er 1 kr./kWh, svarer det til, at der årligt bruges ca. 370.000 MWh til rensning og pumpning af UV. Ifølge tal fra Energinet.dk udledes der i 2015 202 g CO₂ pr. kWh forbrugt el. Det groft estimerede energiforbrug svarer dermed til en årlig udledning på ca. 75.000 t CO₂. Ifølge tal fra Energinet.dk udledte en gennemsnitlig husstand i 2015 ca. 800 kg CO₂ årligt, og den estimerede CO₂-udledning fra rensning og pumpning af UV svarer dermed til CO₂-udledningen fra ca. 94.000 husstande. Det skal dog nævnes, at flere forsyninger producerer biogas på renseanlæggene, og at de derfor er helt eller delvist CO₂-neutrale.

Risiko for spildevand afledt direkte til recipient

Ved fejlkobling i separatkloakerede oplande er der risiko for at spildevand via regnvandssystemet afledes urensset til recipienten. Erfaringer fra bl.a. Fredensborg Kommune⁴ viser dog, at der ved fejlkoblinger som oftest sker afledning af regnvand til spildevandssystemet. Der kan være flere årsager hertil, bl.a. at det ofte er lettere at opdage hvis spildevand er tilsluttet regnvandssystemet, samt at forsyningerne ofte prioriterer udbedring af disse fejlkoblinger højere end fejlkoblet regnvand på spildevandssystemet.

Urenset udledning kan have væsentlige miljømæssige og æstetiske konsekvenser i recipienten.

Negative effekter på renseanlægget

UV vil forøge vandmængden på renseanlægget og dermed nedsætte spildevandets opholdstid på renseanlægget, ligesom det vil medføre en fortynding af spildevandet. Forekomsten af UV

⁴ [Fredensborg Kommune. Kloakker undersøgt for fejltilslutninger](#)

vil derfor samlet set medføre en forringelse af renseanlæggets rensegrad og dermed forøge den samlede årlige stofudledning fra renseanlægget.

Påvirkningen af UV på stofudledningen fra renseanlægget afhænger i høj grad af de lokale forhold. Typisk er anlæggene dimensioneret efter en stofmængde (og ikke en koncentration). På et veldimensioneret anlæg forventes forekomsten af UV dermed at være af mindre betydning for anlæggets rensegrad, idet en nedbringelse af UV ikke vil medføre væsentlige ændringer i stofmængden på renseanlægget, men blot nedbringe koncentrationerne (fortynde spildevandet). På sådanne anlæg vil en nedbringelse af UV medføre en reduktion i den udledte stofmængde, fordi den samlede vandmængde på renseanlægget reduceres.

På anlæg som er hydraulisk overbelastede vil en fjernelse af UV kunne medføre en større reduktion i næringsstofudledningen. Den store reduktion er et resultat af at mængden af overløb eller by-pass af urensset spildevand på renseanlægget reduceres. Sekundært vil reduktionen forekomme som følge af en reduceret vandmængde og forbedret renseeffekt på renseanlægget.

I afsnit 6.5.1 fremgår en overslagsmæssig estimering af effekten af UV på udledningen af kvælstof fra renseanlæggene på nationalt plan.

5.3.2 Positive effekter

Forbedring af fælles- og spildevandsledningers selvrensningsevne

UV kan have en positiv effekt på fælles- og spildevandsledningers selvrensningsevne, og dermed reducere behovet for spuling af ledningerne. I fællessystemet har selvrensningsevnen stor betydning for stofbelastningen på recipienten fra overløbsbygværkerne. I systemer med dårlig selvrensningsevne vil der således være en tendens til at materiale ophobes i ledningerne i tørvejr og aflastes via overløbsbygværket under kraftig regn (first flush).

UV kan derfor principielt nedbringe stofbelastningen fra overløbsbygværkerne. Dette afhænger dog i høj grad af de lokale forhold, fordi UV som nævnt ovenfor også kan øge aflastningsmængderne.

Reduceret svovlbrinteproblematik

UV i afløbssystemet kan nedbringe spildevandets opholdstider i pumpeledningerne og dermed reducere svovlbrintedannelsen. Svovlbrinte kan have negative miljømæssige konsekvenser i form af nedsat levetid af ledningssystemet samt lugtgener.

Erfaringsmæssigt kan UV dog typisk ikke fuldstændigt afhjælpe svovlbrinteproblemerne, fordi svovlbrintedannelsen typisk er størst i sommert månederne, hvor mængden af UV i afløbssystemet ofte er mindst.

5.3.3 Samlede effekter

Som nævnt ovenfor kan forekomsten af UV i afløbssystemet både have positive og negative miljø-mæssige konsekvenser. Selvom der i nærværende opgave ikke er foretaget en kvantificering af de miljømæssige konsekvenser vurderes det, at de negative konsekvenser overstiger de positive effekter, og at UV dermed samlet set har en negativ miljøpåvirkning.

5.4 Betydning af klimaforandringer

Klimaforandringerne forventes at medføre en forøgelse af de årlige nedbørsmængder og en generel havvandsstigning, hvilket vil resultere i en forøgelse af grundvandsstanden i det øvre grundvandsmagasin, hvor ledningsnettet er anlagt. En grundvandsstigning må forventes at medføre en forøgelse af mængderne af UV, dels fordi flere ledningsstrækninger i perioder vil blive neddykket under grundvandsspejlet, og dels fordi poretrykket vil blive forøget på de strækninger, der allerede ligger under grundvandsspejlet.

I princippet kan klimaforandringerne også tænkes at medføre en reduktion i mængderne af UV i afløbssystemet, hvis den forøgede grundvandsstand giver anledning til hyppigere anvendelse af alternative metoder til afledning af grundvand (eksempelvis at grundejere opretter fælles drænlaug). EnviDan har bl.a. kendskab til en byggemodning i Aalborg Kommune, hvor der er

lavet fælles drænlaug. En nærmere undersøgelse af klimaforandringernes påvirkning på mængderne af UV ligger uden for opgavens omfang.

5.5 Opsummering

Det estimeres, at UV medfører en meromkostning til rensning og pumpning af spildevand i størrelsesordenen 500 mio. kr./år. Derudover er der en række omkostninger relateret til UV i afløbssystemet, som dog er vanskelige at kvantificere, heriblandt øgede anlægsomkostninger ved etablering af nye renseanlæg eller afløbssystemer, fordi der skal tages højde for UV i dimensioneringen.

Udgifterne afholdes af forsyningsselskaberne, men vil i sidste ende blive betalt af forbrugerne.

UV i afløbssystemet medfører desuden en række miljømæssige konsekvenser, blandt andet i form af øget risiko for overløb fra overløbsbygværker og en negativ påvirkning på renseanlæggets rensesgrad.

Klimaforandringerne må som udgangspunkt forventes at medføre en forøgelse af mængderne af UV i afløbssystemet, men der kan principielt også opstå en situation, hvor mængderne af UV nedbringes, fordi der anvendes alternative løsninger til afledning af drænvand.

6. Effektiviseringspotentialer

I dette afsnit vurderes mulige effektiviseringspotentialer i relation til mængder af UV i afløbssystemet ud fra en økonomisk vurdering af fire forskellige tiltag til nedbringelse af UV. I vurderingen af effektiviseringspotentialiet inddrages desuden en række afledte faktorer, som ligeledes har betydning for tiltagenes effektiviseringspotentialer.

6.1 Fremgangsmåde

Vurderingen af mulige effektiviseringspotentialer i relation til nedbringelse af UV i afløbssystemer sker efter nedenstående fremgangsmåde.

- Opstilling af et basisscenarie, som repræsenterer en situation, hvor der ikke gennemføres særlige tiltag til nedbringelse af UV.
- Opstilling af fire scenarier med forskellige tiltag til nedbringelse af UV.
- Økonomisk konsekvensbeskrivelse af de fire scenarier, herunder beskrivelse af scenariernes investeringsudgifter og driftsbesparelser sammenligning med basisscenariet.
- Totaløkonomisk analyse af scenarierne med fokus på beregning af nutidsværdi (NPV) og tiltagebetalingstid/-grad.
- Følsomheds- og break-even analyser.
- Opstilling og vurdering af afledte parametre, som har betydning for tiltagenes effektiviseringspotentialer.

6.2 Gennemgang af scenarier

Effektiviseringspotentialiet vurderes med udgangspunkt i følgende scenarier med gennemførelse af tiltag til nedbringelse af UV i afløbssystemet. De enkelte scenarier beskrives yderligere i de følgende afsnit.

- Basisscenarie: Intet tiltag.
- Scenarie 1: Strømpeforing.
- Scenarie 2: Fjernelse af etagebrønde.
- Scenarie 3: Fjernelse af fejlkoblinger.
- Scenarie 4: Separatkloakering.

6.2.1 Basisscenariet: Intet tiltag

Basisscenariet repræsenterer et 0-alternativ, hvor der ikke foretages indsatser til nedbringelse af UV i afløbssystemet. Det vil sige, at basisscenariet beskriver en situation, hvor forsyningerne ikke foretager nogle former for tiltag (eksempelvis kloakfornyelser eller udbedring af fejlkoblinger), som har en positiv effekt på mængderne af UV i afløbssystemet. Basisscenariet er dermed et referencescenarie, der opstilles for at skabe et sammenligningsgrundlag ved vurdering af effektiviseringspotentialerne ved de fire øvrige scenarier.

Som beskrevet i afsnit 5.4 må klimaforandringerne som udgangspunkt forventes at forøge mængderne af UV i afløbssystemet i fremtiden. Det ligger uden for opgavens omfang at estimere størrelsen af den forventede stigning, og i beregningerne antages det derfor overslagsmæssigt, at mængderne af UV i afløbssystemet vil være forøget med 10 % i 2100. Denne stigning indgår også i scenarie 1-4.

6.2.2 Scenarie 1: Strømpeforing

Scenarie 1 repræsenterer en situation, hvor forsyningerne gennemfører strømpeforing af 10 % af afløbssystemet, som i en rapport fra FRI⁵ er opgjort til at have en samlet ledningslængde på ca. 83.000 km. Scenarie 1 omfatter dermed strømpeforing af ca. 8.300 km kloakledning i Danmark.

⁵ FRI, State of the Nation 2016

Strømpeforing af en gennemsnitlig kloakledning inkl. foring af stik frem til skel vurderes erfaringsmæssigt at koste overslagsmæssigt ca. 1.000 kr./m. Enhedsprisen er baseret på EnviDans kendskab til gennemsnitlige priser på strømpeforingsprojekter hos udvalgte forsyninger, hvor priserne reguleres af en rammeaftale.

Strømpeforingen antages overslagsmæssigt at medføre en reduktion på 10 % af den samlede mængde UV i afløbssystemet. I praksis vil effekten af at gennemføre strømpeforingerne jf. afsnit 3.4 erfaringsmæssigt være forbundet med stor usikkerhed. Den antagne effekt vurderes dog umiddelbart at være opnåelig, hvis det antages, at forsyningerne ikke udvælger ledningsstrækningerne tilfældigt, men fokuserer indsatsen på strækninger med størst indsivning, og der samtidig gennemføres de nødvendige udbedringer af stikledninger og privat kloak.

6.2.3 Scenarie 2: Fjernelse af etagebrønde

I scenarie 2 antages det, at forsyningerne renoverer alle etagebrønde/dobbeltbrønde i afløbssystemet. Ud fra en gennemgang af ledningsoplysninger fra 58 forsyninger i Danmark estimeres det overslagsmæssigt, at der er ca. 14.000 etagebrønde i Danmark.

Det forudsættes, at det koster 80.000 kr. at renovere en etagebrønd, og det antages, at tiltaget overslagsmæssigt kan fjerne 5 % af den samlede mængde af UV i afløbssystemet. Anlægsomkostningerne er estimeret ud fra EnviDans kendskab til gennemsnitlige priser på udskiftning af betonbrønde. EnviDan har ikke kendskab til detaljerede undersøgelser af effekten af at fjerne etagebrønde. Tiltagets effekt er derfor behæftet med større usikkerhed, og indgår derfor i en følsomhedsanalyse i afsnit 6.4.3.

6.2.4 Scenarie 3: Fjernelse af fejlkoblinger

Scenarie 3 angiver en situation, hvor forsyningerne i samarbejde med kommunerne fjerner alle fejlkoblinger i det separatkloakerede opland i Danmark.

Ud fra en GIS-analyse er det beregnet, at der er ca. 1,49 mio. registrerede bygninger beliggende inden for det separatkloakerede opland (Plansystem DK) i Danmark. Bygningerne har et gennemsnitligt areal på ca. 170 m².

I et DANVA-projekt om fejlkoblinger med deltagelse af Herning Vand⁶ er det estimeret, at ca. 5-10 % ejendommene i det eksisterende separatkloakerede opland er fejlkoblet. I Fredensborg Kommune⁷ har en gennemgang af ca. 3.100 separatkloakerede ejendomme vist at ca. 10 % af de undersøgte ejendomme havde fejlkoblinger. Størstedelen af fejlkoblingerne var med afledning af regnvand til spildevandssystemet.

På baggrund af ovenstående forudsættes det, at der er fejlkobling med afledning af regnvand til spildevandssystemet ved 7,5 % af de 1,49 mio. husstande, og at hver husstand har et befæstet areal på ca. 170 m². På baggrund af disse forudsætninger beregnes det, at der kan fjernes ca. 7 mio. m³ regnvand fra spildevandssystemet årligt ved at fjerne fejlkoblingerne.

Det forudsættes at koste ca. 30.000 kr. at udbedre en fejlkobling. Udgiften fordeler sig mellem grundejeren (anlægsarbejde), samt forsyning og kommune (administration). I praksis vil udgifterne til at udbedre en fejlkobling kunne variere meget, og udgifterne kan derfor betragtes som værende repræsentative for en gennemsnitlig fejlkobling.

6.2.5 Scenarie 4: Separatkloakering

I scenarie 4 beskrives effekten af at gennemføre separatkloakering af alle fælleskloakerede oplande i Danmark. Ifølge oplysninger fra PlansystemDK er der ca. 92.400 ha fælleskloak i Danmark, og det koster erfaringsmæssigt i størrelsesordenen 1 mio. kr./ha. at separatkloakere et gennemsnitligt fælleskloakeret opland. Anlægsomkostningerne er baseret på et groft estimat udarbejdet af EnviDan for et gennemsnitligt parcelhusområde.

Separatkloakeringen antages at fjerne ca. 25 % af den samlede mængde UV i afløbssystemet. Effekten vurderes at være opnåelig, hvis der i forbindelse med anlægsprojektet er fokus på

⁶ En fælles indsats i Danmark mod fejlkoblinger (slideshow), Benny Nielsen, Herning Vand

⁷ [Fredensborg Kommune. Kloakker undersøgt for fejltilslutninger](#)

fjernelse af fejkoblinger og punktkilder. Derudover vil separatkloakeringen medføre en reduktion i udgifterne til rensning og pumpning af regnvand, idet det efter separatkloakeringen vil blive udledt direkte til recipienterne.

6.3 Økonomisk konsekvensbeskrivelse

I nedenstående tabel fremgår de estimerede økonomiske konsekvenser ved gennemførelse af de fire tiltag. Det fremgår, at der er en initial investering ved de fire scenarier (mellem ca. 1,1 og 92,4 mio. kr.), men ingen ved basisscenariet, hvor der netop ikke gennemføres nogle tiltag. Derudover fremgår det, at tiltagene reducerer de årlige udgifter til pumpning og rensning af UV, om end i forskellig grad.

Tabel 2: Oversigt over estimerede investeringer og driftsomkostninger ved de fire tiltag. (mio. kr. ekskl. moms) * Udgifterne til rensning og pumpning af regnvand fra fælleskloakerede oplande er for sammenlignelighedens skyld beregningsmæssigt medtaget i basisscenariet og scenarie 1-3, fordi separatkloakeringen i scenarie 4 også medfører en reduktion i udgifterne hertil.

Konsekvensbeskrivelse (mio. kr.)		Basis-scenarie	Strømpeforing	Etagebrønde	Fejlkoblinger	Separatkloakering
Investering	Pris for tiltag	0	8.300	1.120	3.350	92.400
Driftsudgifter	Rens UV, årligt (2 kr./m ³)	350	315	333	336	263
	Pump UV, årligt (0,8 kr./m ³)	140	126	133	134	105
	Rens regnvand, årligt* (2 kr./m ³)	300	300	300	300	0
	Pump regnvand, årligt* (0,8 kr./m ³)	120	120	120	120	0
	I alt, årligt (2,8 kr./m ³)	910	861	886	890	368
Driftsbesparelse ift. basis-scenarie	I alt, årligt (2,8 kr./m ³)	0	49	25	20	543

Scenarie 4 vil som det eneste tiltag medføre en reduktion i udgifterne til pumpning og rensning af regnvand fra befæstede fælleskloakerede arealer, fordi regnvandet ved separatkloakeringen vil blive udledt direkte til recipienterne. For sammenlignelighedens skyld er udgifterne til rensning og pumpning af regnvand fra fælleskloakerede områder derfor beregningsmæssigt medtaget i basisscenariet og scenarie 1-3.

De respektive scenariers samlede driftsudgifter er summeret i tabellens næstsidste linje. I den sidste linje fremgår den årlige driftsbesparelse ved scenarie 1-4 sammenlignet med basisscenariet. Scenarie 1-4 medfører årlige driftsbesparelser i alt på imellem 20 og 543 mio. kr.

De årlige udgifter til pumpning og rensning af UV er beregnet ud fra en årlig mængde på 175 mio. m³, hvilket er en gennemsnitsbetragtning af de estimerede mængder i afsnit 2. Mængderne af regnvand fra fælleskloakerede oplande er beregnet ud fra de estimerede nationale regnvandsafstrømninger i afsnit 2. Det forudsættes, at rensning og pumpning koster henholdsvis 2 kr./m³ og 0,8 kr./m³. Den statslige spildevandsafgift er indregnet heri.

Det antages, at prisudviklingen følger inflationstakten, således at enhedsprisen for pumpning og rensning vil være konstant i faste priser. Det antages endvidere, at mængderne af UV og regnvand som følge af klimaforandringerne vil stige med 10% frem til 2100, svarende til en årlig stigning på 0,115%. Som følger heraf vil udgifterne (enhedspris x mængde) til pumpning og rensning af UV og regnvand stige med 0,115% årligt.

6.4 Totaløkonomisk analyse

6.4.1 Beregningsforudsætninger

De totaløkonomiske analyser i dette afsnit vil, med mindre andet er angivet, være baseret på følgende beregningsforudsætninger:

- Pengestrømme: Faste priser. Beløb fremgår af konsekvensbeskrivelse. Driftsposter øges med 0,115 % årligt.
- Kalkulationsrente: Realrente på 2 % p.a. Renten er valgt ud fra en vurdering af vandselskabernes finansieringskilder/-rente, risikoprofil og reguleringsmæssige forhold.
- Beregningsperiode: 75 år, svarende til tiltagenes forventede levetid.

Da der er tale om en virksomhedsøkonomisk analyse ses der bort fra nettoafgiftsfaktoren og skatteforvridningsfaktoren. Disse faktorer anvendes i forbindelse med deciderede samfundsøkonomiske konsekvensanalyser og -vurderinger og er derfor ikke relevante i denne kontekst.

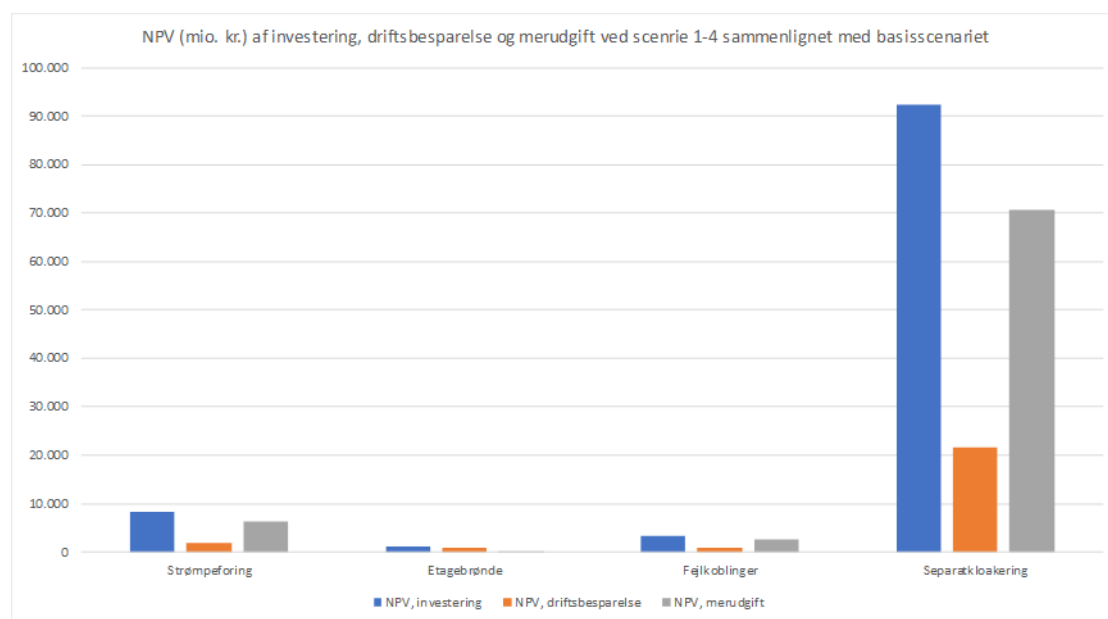
6.4.2 Nutidsværdi og tilbagebetalingstid/-grad

Nedenstående tabel 3 og figur 12 viser de enkelte tiltags beregnede nutidsværdi med førnævnte beregningsforudsætninger. Nutidsværdien er opdelt på investering, drift og i alt (svarende til summen af nutidsværdien af investering og drift).

Derudover viser tabel 3 en eventuel tilbagebetalingstid samt tilbagebetalingsgrad for scenarie 1-4 sammenholdt med basisscenariet. Tilbagebetalingsgraden udtrykker hvor stor en del af scenariernes respektive initiale investeringer, der bliver tilbagebetalt i form af driftsbesparelser i forhold til basisscenariet i løbet af investeringens tidshorisont. En tilbagebetalingsgrad på under 100% betyder, at der ikke er en tilbagebetalingstid indenfor beregningsperioden.

Tabel 3: Beregnede nøgletal i form af dels nutidsværdi (opdelt i investering, drift og i alt) for alle scenarier, og dels tilbagebetalingstid og tilbagebetalingsgrad for scenarie 1-4 sammenlignet med basisscenariet. N/A angiver, at tilbagebetalingstiden ikke kan beregnes, da den er længere end beregningsperioden.

Nøgletal	Basis-scenarie	Strømpeforring	Etagebrønde	Fejlkoblinger	Separatkloakering
NPV, investering (mio. kr.)	0	8.300	1.120	3.350	92.400
NPV, drift (mio. kr.)	36.401	34.441	35.421	35.601	14.700
NPV, i alt (mio. kr.)	36.401	42.741	36.541	38.951	107.100
NPV, merudgift (mio. kr.)		6.340	140	2.550	70.699
Tilbagebetalings-tid (år)		N/A	N/A	N/A	N/A
Tilbagebeta-lingsgrad (%)		23,6%	87,5%	23,9%	23,5%



Figur 10: Beregnede nøgletal i form af NPV af investering, driftsbesparelse og merudgift ved scenarie 1-4 sammenlignet med basisscenariet.

Det fremgår, at ingen af de fire scenarier giver tilstrækkeligt store driftsbesparelser til, at de kan tilbagebetale de initiale investeringsudgifter i løbet af beregningsperioden. Dette kommer til udtryk ved, at basisscenariet har den laveste nutidsværdi og dermed er det mindst omkostningstunge scenarie set over beregningsperioden. Det ses også ved, at hvert af scenarierne 1-4 har tilbagebetalingsgrader under 100% (ca. 24-88%). I tabel 4 ses de beregnede resultater for tilbagebetalingstid og tilbagebetalingsgrad som funktion af forskellige kalkulationsrenter.

Tabel 4: Tilbagebetalingstider og -grader for scenarie 1-4 som funktion af kalkulationsrenten. N/A angiver, at tilbagebetalingstiden ikke kan beregnes, da den er længere end beregningsperioden.

Tilbagebetalingstid (år) og tilbagebetalingsgrad (%)	Strømpeforing	Etagebrønde	Fejlkoblinger	Separatkloakering
Kalkulationsrente = 0%	N/A 46,3 %	45 år 171,4 %	N/A 46,8 %	N/A 46,0 %
Kalkulationsrente = 1%	N/A 32,3 %	59 år 119,6 %	N/A 32,6 %	N/A 32,1 %
Kalkulationsrente = 2%	N/A 23,6 %	N/A 87,5 %	N/A 23,9 %	N/A 23,5 %
Kalkulationsrente = 3%	N/A 18,1 %	N/A 66,9 %	N/A 18,3 %	N/A 18,0 %
Kalkulationsrente = 4%	N/A 14,3 %	N/A 53,1 %	N/A 14,5 %	N/A 14,3 %

Det fremgår af tabellen, at investeringen i fjernelse af etagebrønde vil blive tilbagebetalt på hhv. 45 og 59 år, såfremt der anvendes en kalkulationsrente på hhv. 0 og 1%. Dette scenarie har en break-even rente på ca. 1,55%. Hvis beregningerne blev udført med denne kalkulationsrente, ville de løbende driftsbesparelser over beregningsperioden på 75 år lige akkurat tilbagebetale den initiale investeringsudgift svarende til at den samlede nutidsværdi ville være lig nul.

Alle øvrige scenarier kan ikke tilbagebetales indenfor beregningsperioden uanset rentevalg. Selv ved en rente på 0%, der maksimerer nutidsværdien af de fremtidige driftsbesparelser, vil disse scenarier hente under halvdelen af de initiale investeringer hjem i driftsbesparelser.

Det fremgår tydeligt, at jo højere rente, jo lavere er nutidsværdien af fremtidige driftsbesparelser, hvilket reducerer tilbagebetalingsgraden. Ved en rente på 4%, vil tilbagebetalingsgraden for etagebrønde ligge på ca. 50 %, mens den vil være 14-15% for de øvrige scenarier.

6.4.3 Break-even værdier

Ved den valgte kalkulationsrente på 2% vil ingen af scenarierne som nævnt blive tilbagebetalt indenfor beregningsperioden.

Ovennævnte beregninger bygger på en række antagelser om scenariernes effekt på mængderne af uvedkommende vand, som er behæftet med varierende usikkerhed. For at vurdere følsomheden på de økonomiske beregninger foretages en beregning af break-even værdierne for nedenstående parametre.

- Scenarie 1: Effekt af tiltaget på mængder af UV (antaget 10 %).
- Scenarie 2: Effekt af tiltaget på mængder af UV (antaget 5 %).
- Scenarie 3: Gennemsnitligt befæstet areal pr. fejkoblet husstand (antaget 170 m²).
- Scenarie 4: Effekt af tiltaget på mængder af UV (antaget 25%).

For hver af ovennævnte parametre er der, så vidt muligt, fastlagt en break-even værdi forudsat en kalkulationsrente på 2%. Med break-even værdi forstås en værdi, der har den effekt, at det samlede beregningsresultat for hvert scenarie giver en nutidsværdi på nul. Resultaterne fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 5: Beregnede break-even værdier for effekten af hver af de tre gennemførte tiltag.

Scenarie	Parameter	Værdi, udgangspunkt	Break-even værdi
Strømpeforing	Effekt af foring	10,0%	42,3 %
Etagebrønde	Effekt af renovering	5,0%	5,7 %
Fejlkoblinger	Areal (m ² /husstand)	170	721
Separatkloakering	Effekt ift. UV	25,0%	N/A

For alle parametre gælder det, at jo højere værdi, jo større driftsbesparelse. Det fremgik af tabel 3 ovenfor, at alle scenarier havde en tilbagebetalingsgrad på under 100% ved en kalkulationsrente på 2%. Det er derfor ikke overraskende, at alle break-even værdier er højere end udgangspunktet.

I scenariet 1 "Strømpeforing" kræves en effekt af strømpeforing på 42,3% mod udgangspunktet på 10,0%. I scenarie 2 "Etagebrønde" skal effekten af renovering øges fra 5,0 til 5,7%. Ligeledes ses det, at der skal en betragtelig forøgelse af det befæstede areal for en "gennemsnits-husstand", fra 170 til 721 m², før break-even punktet opnås. Endelig viser analyserne for scenarie 4, at der ikke er noget meningsfuldt break-even punkt for separatkloakeringen. Således vil selv en teoretisk værdi på 100% blot forøge tilbagebetalingsgraden fra 23,5% til 39,4%.

6.5 Vurdering af afledte effekter

Den økonomiske sammenligning ovenfor viser, at ingen af de fire tiltag bør gennemføres, hvis formålet udelukkende er at finansiere tiltagene gennem driftsbesparelser til rensning og pumpning af UV.

Udover de ovenstående økonomiske konsekvenser er der dog en række afledte effekter (fordele/ulemper) knyttet til gennemførslen af de forskellige scenarier, som i praksis kan have afgørende indflydelse på den endelige beslutning om at gennemføre et konkret tiltag. Eksempelvis kan en forsyning vælge at gennemføre separatkloakering, fordi det dermed er muligt at nedlægge overløbsbygværker. I så fald vil nedbringelse af UV blot være at betragte som en sidegevinst.

På næste side ses en tabel med en række mulige afledte effekter, samt deres konsekvenser (fordel/ulempe) sammenlignet med basisscenariet. En kvantificering af de afledte effekters økonomiske betydning ligger udenfor opgavens omfang, og de afledte effekter beskrives derfor alene kvalitativt. Afledte effekter kan med fordel prissættes og indgå i den totaløkonomiske betragtning ved vurdering af konkrete, lokale tiltag. Det skal understreges, at der er tale om en ikke-udtømmende liste.

Konsekvensbeskrivelse, ikke-økonomiske faktorer	Strømpeforing		Udskiftning af eta-gebrønde		Fjernelse af fejl-koblinger		Separatkloakering	
	Ulempe	Fordel	Ulempe	Fordel	Ulempe	Fordel	Ulempe	Fordel
Øget risiko for sætningsskader på bygninger	x						x	
Reduceret hyppighed af overløb fra overløbs-bygværkerne		x						x
Øget risiko for svovlbrinteproblemer i trykledninger	x		x		x		x	
Øget risiko for selvrensningproblemer i kloaksystemet	x		x		x			
Reduceret stofudledning fra renseanlæggene		x		x		x		x
Reduceret risiko for kælderopstuvninger		x		x		x		x
CO2-aftryk		x		x		x		x
Mulighed for at øge rørdimensionerne i forbindelse med tiltaget og dermed klimatilpasse kloaksystemet til øgede nedbørsintensiteter								x
Øget mulighed for at håndtere ekstremhændelser på terræn								x
Øget risiko for fejlkoblinger							x	

Tabel 6: Skematisk oversigt over afledte effekter ved gennemførelse af tiltagene. Det understreges, at der er tale om en ikke udtømmende liste.

6.5.1 Reduceret stofudledning fra renseanlæggene

Som beskrevet i afsnit 5.3.1 kan forekomsten af UV i nogle tilfælde medføre en forringelse af renseanlæggenes rensegrad. Som følge heraf vil tiltagene til nedbringelse af UV jf. tabel 6 medføre en reduceret stofudledning fra renseanlæggene.

I en rapport udarbejdet af Miljøstyrelsen fra 1992⁸ er der bl.a. foretaget en simulering af effekten på stofudledningen ved forskellige andele af uvedkommende vand på et renseanlæg.

Resultatet af simuleringerne fremgår af nedenstående tabel 7. Det skal bemærkes, at andelen af UV i scenarierne er beregnet i forhold til spildevandsmængden.

Parameter	Enhed	0 % UV	50 % UV	200 % UV
Samlet tilløb	m ³ /døgn	6.000	9.000	18.000
Total-N ind	kg/døgn	360	360	360
Total-N ud	kg/døgn	52,2	72,9	122,4
Rensegrad	%	86	80	66

Tabel 7: Simulerede effekter på rensegraden ved forskellige andele UV præsenteret i Miljøstyrelsens rapport⁸.

Det skal bemærkes, at andelen af UV i scenarierne er beregnet i forhold til spildevandsmængden.

⁸ Uvedkommende vand i afløbssystemer. Nr. 48, 1992, Miljøstyrelsen

Resultaterne af simuleringen underbygger, at nedbringelse af UV har en positiv effekt på stofudledningen fra renseanlægget.

I tabel 8 fremgår en overslagsmæssig beregning af de udledte kvælstofmængder (total-N) på nationalt plan under forudsætning af, at udløbskoncentrationen forbliver konstant ved gennemførelse af tiltagene. For at vurdere følsomheden på estimatet er der ligeledes foretaget en beregning, hvor det antages, at udløbskoncentrationerne reduceres med 10 % ved gennemførelse af tiltagene. Årsvandmængderne, spildevandsbelastningen og mængden af UV er baseret på estimatet i afsnit 2, og tiltagenes forudsatte effekt på nedbringelsen af UV er beskrevet i afsnit 6.2.

Tabel 8: Simulerede effekter på stofudledningen (total-N) ved de fire tiltag under forudsætning af at udløbskoncentrationen fra renseanlægget er hhv. uændret og reduceret med 10 % (0,5 mg/l). Der er forudsat en spildevandsmængde på 300 mio. m³/år og en koncentration af total-N på 60 mg/l i spildevandet. Spildevandsmængden er baseret på tal fra Forsyningssekretariatet.

		Ba- siscenarie	Strømpefo- ring	Udskift- ning af etage- brønde	Fjernelse af fejl- koblinger	Separat- kloake- ring
Årsvandmængde (mio. m³/år)		630	613	621	623	436
Ved konstant udløbskoncen- tration på 5 mg/l	Stofudled- ning (ton N/år)	3.150	3.060	3.110	3.115	2.180
	Rensegrad (%)	83	83	83	83	88
	Reduktion i udledt stofmæng- de (%)	-	3	1	1	31
Ved reduceret udløbskoncen- tration på 4,5 mg/l	Stofudled- ning (ton N/år)	3.150	2.760	2.800	2.800	1.960
	Rensegrad (%)	83	85	84	84	89
	Reduktion i udledt stofmæng- de (%)	-	13	11	11	38

Af tabellen fremgår det, at separatkloakering forventes at medføre den største reduktion i årsvandmængderne på renseanlægget, og dermed også den største reduktion i stofudledningen fra renseanlægget. Dette skyldes, at separatkloakeringen udover at nedbringe mængden af UV også vil fjerne regnvandsbidraget på renseanlægget.

Påvirkningen afhænger i høj grad af de lokale forhold, og overslaget er derfor behæftet med relativt stor usikkerhed. Det forventes dog, at størrelsesordenen af effekten på nationalt plan vil være beliggende et sted mellem ca. 0 – 30 %, hvis det forudsættes at udløbskoncentrationen forbliver uændret ved gennemførelsen af tiltagene og mellem 10 – 40 %, hvis det forudsættes at udløbskoncentrationen reduceres med 10 % ved gennemførelse af tiltaget. Effekten på nationalt plan vil sandsynligvis være beliggende et sted i disse to intervaller og afhænger nøje af hvilke

tiltag, der vil være de dominerende, samt i hvilket omfang rensegraden på anlæggene reelt påvirkes.

I beregningen er der ikke taget højde for påvirkningen på overløbsmængderne fra renseanlægget. En nærmere kvantificering af effekten, herunder inddragelse af effekten på overløbsmængder fra renseanlæggene, ligger uden for omfanget af nærværende opgave, men vil i sagens natur resultere i en yderligere reduktion i udledte stofmængder afhængig af det enkelte anlægs dimensionering.

6.6 Opsummering

På baggrund af ovenstående sammenligning vurderes det, at det ud fra en isoleret økonomisk betragtning sjældent kan betale sig at gennemføre generelle tiltag til nedbringelse af UV i afløbssystemet. Dog indikerer beregningerne, at fjernelse af etagebrønde kan have en positiv tilbagebetalingsgrad på strækninger, hvor bidraget til årsvandmængderne på renseanlægget er stort.

Gennemførslen af tiltag til reduktion af UV bør dog i praksis ikke kun betragtes ud fra en isoleret økonomisk vurdering af anlægsomkostninger og dertilhørende forventede besparelser i udgifter til rensning og pumpning af UV, fordi tiltagene oftest også medfører en række afledte konsekvenser, som har indflydelse på den endelige beslutning om at gennemføre et konkret tiltag.

7. Konklusion

Nærværende rapport er udarbejdet i forbindelse med rådgivningsopgaven "Bedre viden om uvedkommende vand", der har til formål at øge vidensniveauet om uvedkommende vand i de danske afløbssystemer.

Rapporten omfatter en kvantificering af den samlede mængde af uvedkommende vand i afløbssystemet i Danmark, en estimering af de afledte økonomiske og miljømæssige konsekvenser heraf, samt en vurdering af mulige effektiviseringspotentialer på området.

Kvantificering af mængder UV

Ud fra en databaseret tilgang er det estimeret, at den samlede mængde af UV på nationalt niveau er i størrelsesordenen 150-200 mio. m³/år. UV vurderes dermed at udgøre ca. 25-30 % af den samlede årsvandmængde på renseanlæggene i Danmark (det totale flow er ca. 600-650 mio. m³/årligt). På grund af usikkerheder i de anvendte data skal overslaget betragtes som et overslag.

Som supplement til den databaserede tilgang er der gennemført en rundspørge hos udvalgte forsyninger, som har haft til formål at indsamle og analysere erfaringerne fra forsyningernes eget arbejde med uvedkommende vand, herunder også at indsamle data om mængder af UV til validering af den databaserede tilgang til estimeringen af UV.

Mængden af UV på renseanlæggene hos de adspurgte forsyninger udgør mellem 24 og 65 % af årsvandmængden. Det typiske niveau for UV hos de adspurgte forsyninger er i størrelsesordenen 25-35 %. Der er generelt en god korrelation mellem estimererne i den databaserede metode og forsyningernes estimer.

Der konstateres ikke tydelige geografiske sammenhænge eller forskelle i de estimerede mængder og procentuelle andele af UV. Der er ligeledes heller ingen umiddelbare sammenhænge mellem den relative andel UV og hhv. årsmiddelnedbør, samlede ledningslængder eller kloakeringsprincipper i de enkelte kommuner.

En mulig forklaring på, at der ikke kan konstateres tydelige sammenhænge kan være, at usikkerhederne på estimererne er store i forhold til forskellene i mængder af UV i de enkelte kommuner. En anden mulig årsag kan være, at de største variationer af UV forekommer på mindre skala end på kommunalt niveau. I så fald vil de geografiske sammenhænge blive udjævnet, når estimeringen udføres på kommunalt niveau.

Økonomiske og miljømæssige konsekvenser

Det estimeres, at UV medfører en meromkostning til rensning og pumpning af spildevand i størrelsesordenen 500 mio. kr./år. Derudover er der en række omkostninger relateret til UV i afløbssystemet, som dog er vanskelige at kvantificere, heriblandt øgede anlægsomkostninger ved etablering af nye renseanlæg eller afløbssystemer, fordi der skal tages højde for UV i dimensioneringen.

Udgifterne vil i første omgang blive afholdt af forsyningsselskaberne, men vil i sidste ende blive betalt af forbrugerne.

UV i afløbssystemet medfører desuden en række miljømæssige konsekvenser, blandt andet i form af øget risiko for overløb fra overløbsbygværker og en negativ påvirkning på renseanlæggets rensesgrad.

Vurdering af effektiviseringspotentialer

Det vurderes på baggrund af en økonomisk sammenligning af tiltag til nedbringelse af UV, at det ud fra en isoleret økonomisk betragtning ikke kan betale sig at gennemføre generelle tiltag til nedbringelse af UV i afløbssystemet. Dog indikerer den økonomiske sammenligning, at fjernelse af etagebrønde kan have en positiv tilbagebetalingsgrad, hvis der udvælges nogle stræk-

ninger, hvor bidraget til årsvandmængderne på renseanlægget er stort.

Denne konklusion er i overensstemmelse med erfaringerne fra de adspurgte forsyninger, hvor der er generel enighed om, at det i områder med mange små og spredte indsivninger eller få fejlkoblinger kan være vanskeligt at opnå tilstrækkeligt store driftsbesparelser til at finansiere de nødvendige renoveringer/udbedringer. Derimod kan tiltag til frakobling af større punktkilder typisk give store driftsbesparelser set i forhold til investeringsomkostningerne.

Gennemførslen af tiltag til reduktion af UV kan dog i praksis ikke kun betragtes ud fra en isoleret økonomisk vurdering af anlægsomkostninger og dertilhørende forventede besparelser i udgifter til rensning og pumpning af UV, fordi tiltagene også medfører en række afledte konsekvenser, som har indflydelse på den endelige beslutning om at gennemføre et konkret tiltag, f.eks. reduktion i udledte stofmængder fra renseanlæggene.

Mulige videre undersøgelser

Følgende undersøgelser vurderes at kunne øge vidensniveauet om uvedkommende vand i afløbssystemer i Danmark.

- Opkvalificering af data for indsivningsmængder i PULS ved udarbejdelse af ensartede retningslinjer for beregning heraf, herunder også forøgelse af mængden af indberettede data.
- Yderligere kvantificering af ikke-økonomiske faktorer i relation til tiltag til nedbringelse af UV.
- Samlet økonomisk vurdering af tiltagene med inddragelse af øvrige konsekvenser af tiltagene.
- Opkvalificering af estimerede mængder UV gennem kortlægning af import/eksport af spildevand mellem kommuner, opkvalificering af estimerede overløbsmængder og regnvandsafstrømninger.
- Undersøgelse af sammenhænge mellem UV og ledningsalder mv. på mere lokal skala.
- Yderligere undersøgelser af forventede effekter af klimaforandringerne for mængderne af UV.
- Kortlægning og vurdering af nye tiltag til nedbringelse og sporing af UV.

Bilag 1. Spørgeskema til udvalgte forsyninger

Spørgeskema om uvedkommende vand

Udfyldt af:

Samlet mængde af uvedkommende vand i kloaksystemet	
Estimeret årlig mængde af uvedkommende vand ved forsyningens renseanlæg (m ³ /år)	
Andel af uvedkommende vand i forhold til den totale mængde af rensed vand (%)	
Estimeret/forventet fordeling mellem kilderne til uvedkommende vand (%)	Indsivning: Fejlkoblinger: Øvrige
Estimeret/forventet årlig udgift til rensning og pumpning af uvedkommende vand (kr./år)	
Registrerede variationer i mængden af uvedkommende vand fra år til år	
Kilder til uvedkommende vand	
Vigtigste kilder til uvedkommende vand (prioriteret rækkefølge)	
Særlige kendetegn for de områder, hvor der er meget uvedkommende vand i kloaksystemet	
Særlige kendetegn for de områder, hvor der <i>ikke</i> er meget uvedkommende vand i kloaksystemet	

Indsatser mod uvedkommende vand	
Gennemførte indsatser mod uvedkommende vand	
Opnåede driftsbesparelser som følge af tiltagene	
Indsatser, som erfaringsmæssigt er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)	
Indsatser, som erfaringsmæssigt <i>ikke</i> er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)	

Bilag 2. Liste over forsyninger som har bidraget til undersøgelsen

Forsyning	Indbyggere i forsyningsområdet (personer)	Kloakledninger (km)	Renseanlæg over 30 PE (antal)
Aalborg Kloak A/S	205.000	2.000	2
Aarhus Vand A/S	336.000	2.800	4
BIOFOS Spildevandscenter Avedøre A/S	242.000	55	1
Herning Vand A/S	70.000	1.200	14
HOFOR Spildevand København A/S	592.000	1.100	-
KLAR Forsyning*	147.000	2.200	11
Vandcenter Syd as	225.000	2.300	14
Vandmiljø Randers	93.000	1.500	6
Vejle Spildevand A/S	97.000	1.900	9

Tabel 1: Oversigt over forsyninger, som har bidraget til undersøgelsen. Nøgletal for forsyningerne er baseret på DANVAs Vand i Tal 2017.

* Data for KLAR Forsyning er udregnet som summen af data for Greve Spildevand A/S, Solrød Spildevand A/S, Stevns Spildevand A/S og Køge Afløb A/S.

Bilag 3. Oversigt over forsyningernes besvarelser

Bilag 3: Oversigt over forsyningernes besvarelser

Ref: SHA
14.12.2017

Forsyning	Estimeret årlig mængde af UV (mio. m ³)	Andel af UV i forhold til årsvandmængden (%)	Estimerede årlige udgifter til rensning og pumpning af UV (kr./år)	Registrerede variationer i mængden af uvedkommende vand fra år til år	Estimeret/forventet fordeling mellem kilderne til uvedkommende vand (%)	Vigtigste kilder til uvedkommende vand (prioriteret rækkefølge)	Særlige kendetegn for de områder, hvor der er meget uvedkommende vand i kloaksystemet
Aalborg Kloak A/S	7,5	28	22 mio.	2-4 %	-	-	-
Aarhus Vand A/S	10	30	Der er også andre udgifter ved UV	-	-	-	Områder, hvor man begyndte at separatkloakere Områder, hvor man ikke har fulgt op efter separatkloak. Har oplevet op til 33 % fejlkoblinger. Områder med etagebrønde.
BIOFOS/HOFOR	9,5	38	-	-	-	Utætte ledninger på private grund Fejlkobling på privat grund Indsivning i brønde	Områder med ikke renoverede betonledningssystemer fra 1960-1990 og høj grundvandsstand
Herning Vand A/S	6,7	44	Er ved at blive vurderet	Skønnet ±10-15 %	Indsivning: 80 % Fejlkoblinger: 20 %	Højtstående grundvand i kombination med dårlige ledninger. Vi vurderes det, at indsivningen her er fordelt med 50 % til de private ledninger og 50 % til HV's ledninger Der kan være tilkoblede (ulovlige) dræn og grundvandspumper	Højtstående grundvand og samtidig dårlige ledninger
KLAR Forsyning*	11	65	-	-	-	-	-

Bilag 3: Oversigt over forsyningernes besvarelser

 Ref: SHA
 14.12.2017

Forsyning	Estimeret årlig mængde af UV (mio. m ³)	Andel af UV i forhold til årsvandmængden (%)	Estimerede årlige udgifter til rensning og pumpning af UV (kr./år)	Registrerede variationer i mængden af uvedkommende vand fra år til år	Estimeret/forventet fordeling mellem kilderne til uvedkommende vand (%)	Vigtigste kilder til uvedkommende vand (prioriteret rækkefølge)	Særlige kendetegn for de områder, hvor der er meget uvedkommende vand i kloaksystemet
Vandcenter Syd as	10,5	24	4,7 mio.	Variation observeret men ikke kvantificeret	Indsivning: 85 % Fejlkoblinger: 10 % Øvrige: 5 %	Utætte ledninger Utætte stik Overlækning Fejlkoblet tagrender, vejbrønde, markdræn Firkantede brønddæksler Oplande er ikke ens og derfor har forskellige kilder til uvedkommende vand.	Områder med betonrør, især fra 60'erne Områder med etagebrønde Store, våde marker Kyster
Vandmiljø Randers	3,5 - 4	35 - 40	Ca. 9 - 10 mio.	± 0,5 mio. m ³ /år	.	-	Dræn og højt grundvandsspejl.
Vejle Spildevand A/S	-	-	-	Observeret men ikke kvantificeret	-	-	-

Bilag 3: Oversigt over forsyningernes besvarelser

 Ref: SHA
 14.12.2017

Forsyning	Gennemførte indsatser mod uvedkommende vand	Opnåede driftsbesparelser som følge af tiltagene	Indsatser, som erfaringsmæssigt er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)	Indsatser, som erfaringsmæssigt ikke er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)
Aalborg Kloak A/S	Strømpeforing af afskærende ledninger TV-inspektioner af hovedledninger Lokalisering af fejlkoblinger	Kan ikke umiddelbart registreres på renseanlægget.	1. Systemgennemgang ved driftspersonale 2. Separatkloakering/ny anlæg	1. TV-inspektion til undersøgelse af indsivning og fejlkoblinger 2. Strømpeforing af strækninger med indsivning
Aarhus Vand A/S	Strømpeforing af ledninger inkl. stik frem til skel Lokalisering af fejlkoblinger Renovering af etagebrønde Kloakmesterforum	-	Fjernelse af fejlkoblinger i samarbejde med kommunen	Områder, hvor UV stammer fra "mange bække små"
BIOFOS/HOFOR	Trykprøvning af regnvandsledninger samt TV inspektion i parallelliggende spildevandsledninger Totalrenovering af brønde, ledninger og stikledninger.	Svært at kvantificere	Totalrenovering af systemet samt påbud til de private (tætning og renovering af de private systemer)	Kun totalrenovering af de offentlige ledningssystemer
Herning Vand A/S	Kloakrenovering, strømpeforing, frakobling af fejlkooblede dræn, markdræn, grundvandspumper, overfladeafstrømning til fx brønde/riste og vejdræn	En enkelt strømpeforing har en tilbagebetalingstid på ét år. Renovering af en hel by forventes at kunne give en besparelse svarende til forrentning af et lån til gennemførelsen 2 gange.	Fjernelse af fejlkoblinger Strømpeforinger Renovering af ledninger i dårlig stand under grundvandsspejlet	Renovering af større ledninger med mindre indsivninger
KLAR Forsyning*	-	-	-	-

Bilag 3: Oversigt over forsyningernes besvarelser

Ref: SHA
14.12.2017

Forsyning	Gennemførte indsatser mod uvedkommende vand	Opnåede driftsbesparelser som følge af tiltagene	Indsatser, som erfaringsmæssigt er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)	Indsatser, som erfaringsmæssigt ikke er omkostningseffektive i forhold til driftsbesparelser (prioriteret rækkefølge)
Vandcenter Syd as	Har pt. et projekt i gang, som skal bidrage til prioritering af indsatser Strømpeforing	Strømpeforinger har reduceret UV og derved reduceret omkostninger til rensning og pumpning og reduceret overløb	En del af det igangværende projekt	En del af det igangværende projekt
Vandmiljø Randers	Plan for separatkloakeringer. Analyser af SRO-data fra pumpestationer. TV-inspektioner og natlige tilsyn. Sager mod lodsejere ved afledning af overfladevand til kloaksystemet. Opfølgning på aut. kloakmestererklæringer mv. for at sikre, at der er sket separatkloakering på private grunde.	-	Afkobling af overfladevand og drænvand fra fælles- eller spildevandssystem.	Separatkloakeringer, hvis der gives dispensationer til lodsejere der vil undgå separatkloakering på egen grund.
Vejle Spildevand A/S	-	-	-	-

Bedre viden om uvedkommende vand

Denne rapport er udarbejdet for Miljøstyrelsen som en del af rådgivningsopgaven "Bedre viden om uvedkommende vand", der har til formål at øge vidensniveauet om uvedkommende vand (i det følgende benævnt UV) i de danske afløbssystemer. UV defineres i rapporten som den vandmængde, der forekommer i afløbssystemet, men som hverken stammer fra spildevandsproduktionen i oplandet eller fra afledning af regnvand fra befæstede fælleskloakerede arealer. De hyppigst forekommende kilder til UV i afløbssystemer er indsvivning, overlækning, fejkoblinger, tilkobling af dræn, tilbageløb fra recipienter, utætte etagebrønde og ter-rænaftømning gennem utætte dæksler.

En nedbringelse af UV i afløbssystemet vil reducere mængden af overløb fra kloaksystemet samt mindske energiforbruget til rensning og pumpning. Desuden mindskes den daglige udledning fra renseanlæg, hvilket har en positiv miljømæssig effekt og reducerer spildevandsselskabernes udledningsafgift. Der kan dermed være tale om et betydeligt effektiviseringspotentialer ved at undgå rensning af uvedkommende vand. Samtidig kan dokumentation af, at Danmark har et effektivt og intelligent spildevands- og afløbssystem fremme eksporten af danske systemløsninger.

Rapporten omfatter således en kvantificering af den samlede mængde af UV i Danmark, en estimering af de afledte økonomiske og miljømæssige konsekvenser heraf samt en vurdering af effektiviseringspotentialer på området. Kvantificeringen af mængden af UV på nationalt plan baseres dels på en estimering ud fra data og dels på en erfaringsindsamling hos udvalgte forsyninger.



Miljøstyrelsen
Haraldsagde 53
2100 København Ø

www.mst.dk