

HOFOR A/S & NOVAFOS A/S

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

BEREGNING AF STOFKONCENTRATION I UDLEDNING – WORST CASE

INDHOLD

1	Baggrund	1
2	Fortynding af stof ved regnhændelser	2
3	Pyrenkoncentration	3
4	Pyren koncentration i SST overløb	4
5	Konklusion	7

1 Baggrund

Der er for SST gennemført beregning som beskriver blandingszonen ved FSK. Blandingszoneberegning er gennemført for 3 overløbshændelser med gentagelsesperioder på henholdsvis 0,09, 2 og 6 år. Beregningerne er beskrevet i rapporten *Modellering af blandingszone for Vilhelmsdalløbet og FSK, COWI 2024*. Blandingszone beregningerne viste at pyren er det stof, der kræver størst fortynding for at komme under miljøkvalitetskriteriet, og som derfor kræver den største fortyndingszone (blandingszone). Dette notat fokuserer derfor på stoffkoncentration af pyren.

I blandingszoneberegningerne er der taget udgangspunkt i en konstant udløbskoncentration for alle hændelser på 0,15 ug/L.

Miljøstyrelsen har efterspurgt blandingszoneberegninger for hændelser, som er større end de undersøgte hændelser.

Dette notat redegør for, at den gennemførte blandingszoneberegning blev udført med en meget konservativ udløbskoncentration. De regnhændelser, som vil give

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A085712

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

1.0

11-09-2024

XICH/MOV

THRY

JORL

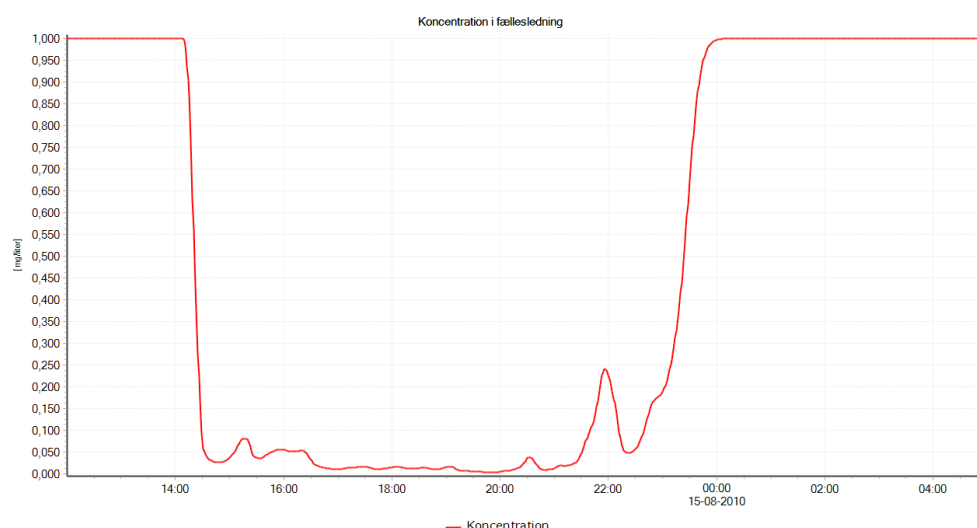
overløb fra SST, vil give så meget regnafstrømning, at spildevandets pyrenindhold fortyndes til en langt lavere koncentration, end der er anvendt i blandingszoneberegningerne. De gennemførte blandingszoneberegninger kan derfor kan betragtes som et "worst-case" scenarie for pyren og de øvrige stoffer som indgår i vurderingen (*Modellering af blandingszone for Vilhelmsdalløbet og FSK, COWI 2024*)

2 Fortynding af stof ved regnhændelser

I en hydraulisk model for afløbssystemet i oplandet for SST er der gennemført beregning af blandingsforhold mellem spildevand og regnvand i det vand som føres til SST.

Den hydrauliske model beskriver både vandbidrag fra spildevand og regnafstrømning. For at finde blandingsforhold mellem spildevand og regnvand er der gennemført stofberegninger, hvor der er tilføjet en koncentration på 1 mg/l i spildevand og 0 mg/l i regnvand. Under regn bliver spildevand og regn opblandet, og den beregnede koncentration i modellen svarer dermed til blandingsforholdet mellem spildevand og regnvand. Det skal her bemærkes at afstrømmet regnvand også kan indeholde pyren. Dette forhold medtages senere i beregninger.

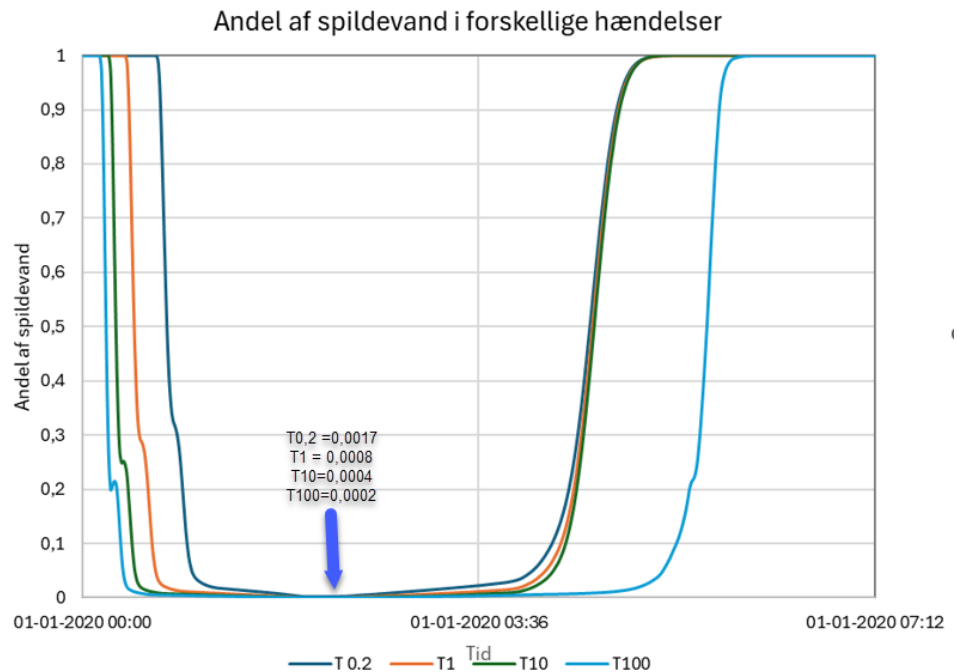
Figur 2-1 viser koncentrationen (og dermed blandingsforholdet mellem regn- og spildevand) i en fællesledning før og under en regnhændelse. Inden regnhændelsen begynder, er koncentrationen 1 mg/l, svarende til at andelen af spildevand er 100%. Under regnhændelsen falder andelen af spildevand til næsten 0% på grund af opblanding. Efter regnhændelsen stiger stofkoncentrationen efterhånden som regnvandet tømmes ud gennem systemet.



Figur 2-1 Opblanding i fællesledning ved regnhændelse

Der er gennemført beregninger for regnhændelser med forskellige gentagelsesperioder. Disse beregninger viser at blandingsforhold mellem spildevand og regn falder jo kraftigere hændelsen er, da der kommer mere regnvand ind i systemet

ved kraftigere hændelser. Blandingsforhold vil variere mellem forskellige dele af systemet alt efter hvor store arealer der er tilsluttet systemet. Figur 2-2 viser andel af spildevand ved forskellige regnhændelser.



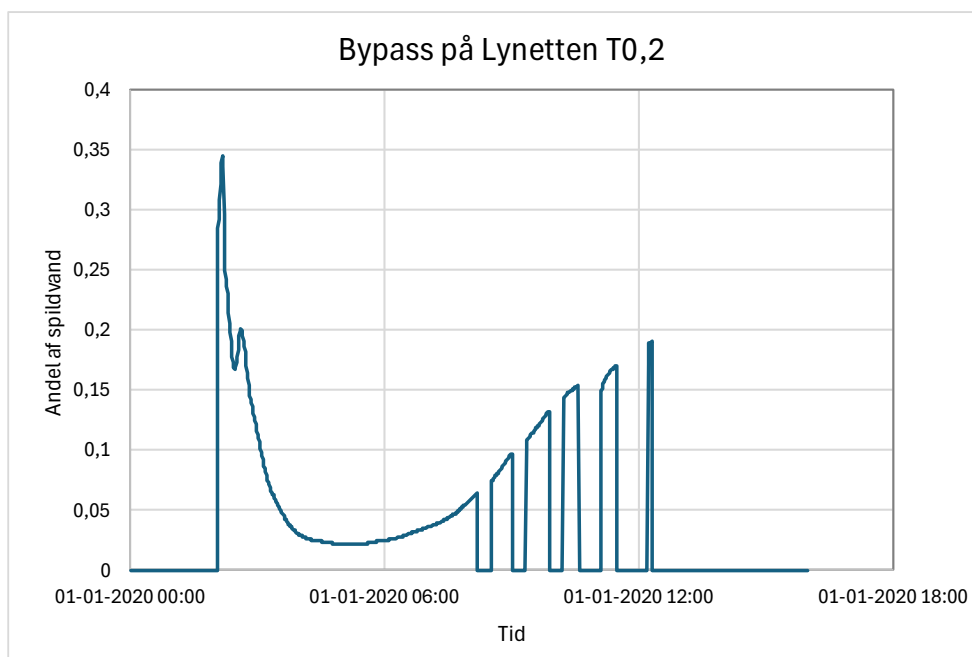
Figur 2-2 Variation i andel af spildevand i aflastning til SST ved forskellige regnhændelser. Andel af spildevand ved den største opblanding kan ses i teksten i figuren

3 Pyrenkoncentration

I blandingszoneberegningen er der anvendt en konstant pyrenkoncentration på 0,15 µg/l. Denne koncentration er målt i overløbsvand (bypass) fra Renseanlæg Lynetten og ligger væsentlig over Miljøstyrelsens typetal for pyren i spildevand. Der er ikke angivet hvilken gentagelsesperiode af regn stofkoncentrationen dækker. Der er ca. 30-40 aflastninger om året fra Renseanlæg Lynetten. Det er derfor antaget at pyrenkoncentrationen stammer fra en gennemsnitlig aflastning med en hyppighed på 5 gange om året $T=1/5$ år ($T_{0.2}$).

Der er i forbindelse de igangværende forundersøgelser for Østlig Ringvej igangsat et storstilet måleprogram for miljøfremmede stoffer. Alle afrapporterede månedlige målinger af pyren (i fem stationer) viser ingen værdier over detektionsgrænsen i området fra Nordhavn til Dragør.

Den hydrauliske model dækker også Renseanlæg Lynetten. Andel af spildevand for $T_{0.2}$ år hændelse ved overløb fra Lynetten er beregnet til 3% (se Figur 3-1)



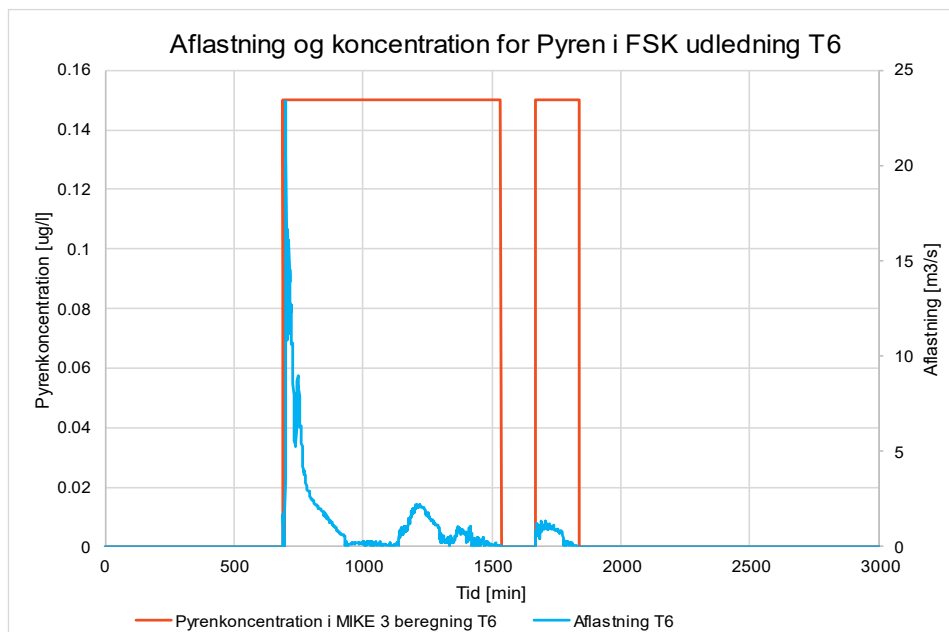
Figur 3-1 Spildevandsandel for $T=1/5$ års hændelse for bypass på Lynetten

Det forudsættes at pyrenkoncentration i regnvand er 0,015 ug/l (*Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger, Miljøstyrelsen 2022*). Baseret på en andel af spildevand på 3% i overløbsvand er pyrenkoncentration i ikke opblandet spildevand beregnet at være 4,7 ug/l.

4 Pyrenkoncentration i SST overløb

Baseret på blandingsforhold mellem spildevand og regnvand samt pyrenkoncentrationen i spildevand og regnvand er den resulterende pyrenkoncentration i overløb fra SST beregnet. Beregningen er baseret på pyrenkoncentration i spildevand på 4,7 ug/l og 0,015 ug/l i regnvand.

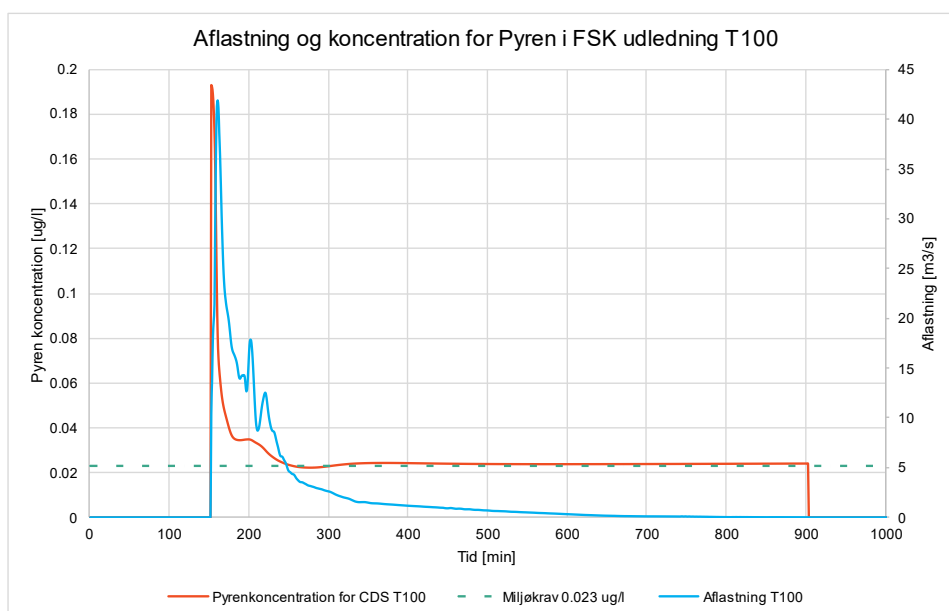
Figur 4-1 viser pyrenkoncentration for den største hændelse der er anvendt ved blandingszoneberegningen. Det ses, at den beregnede pyrenkoncentration baseret på opblanding af spildevand og regn er væsentlig lavere end, den anvendte konstante koncentration på 0,15 ug/l.



Figur 4-1 Beregnet Pyren koncentration for T=6 år hændelse

Figur 4-2 viser pyrenkoncentrationen for en 100 års regnhændelse. For denne hændelse kommer pyrenkoncentrationen kortvarigt (ca. 6 min) over 0,15 ug/l, men falder hurtigt til en koncentration som er væsentlig lavere end 0,15 ug/l på grund af den store fortynding af spildevand ved en 100 års hændelse.

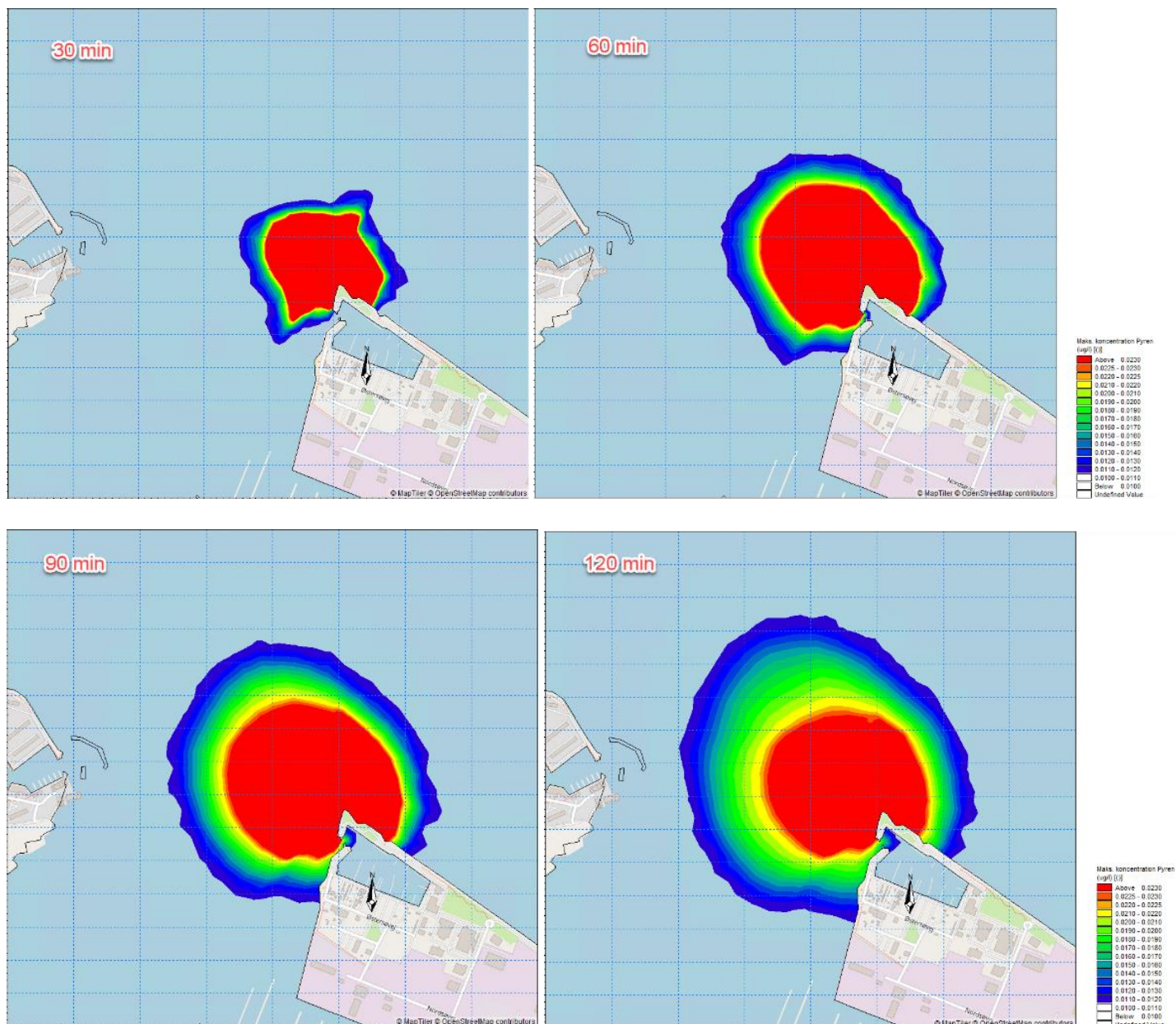
Årsagen til den høje startværdi skyldes, at der ophobes vand i SST inden der sker overløb. Koncentrationen i den første vandmængde, som udledes, har derfor ophobet spildevand fra hele fyldningen af SST.



Figur 4-2 Beregnet pyrenkoncentration for T=100 år hændelse

Den hydrauliske beregning for blandingszone for T6 hændelser viser at den maksimale blandingszone forekommer ca. 1 time efter aflastning starter, se ud-bredelsen af blandingszone for pyren i Figur 4-3. Dette viser at den maksimale

blandingszone primært afhænger af stofmængden som udledes i løbet af en time.



Figur 4-3: Fremtidige forhold med udledning fra FSK: **Udbredelse af blandingszone (det røde område)** for pyren ved 30, 60, 90 og 120 min efter aflastning begynder, T6 år, **nordgående** strøm. Aflastning og pyrenkoncentration svarer til i Figur 4-1

Det er lavet en sammenligning af aflastet stofmængde i den simulerede T6 hændelse med konstant pyrenkoncentration på 0,15 µg/l, og en T100 hændelse med variable pyrenkoncentration (beregnet med forudsætning af pyrenkoncentration i spildevand på 4,7 µg/l og i regnvand på 0,015 µg/l).

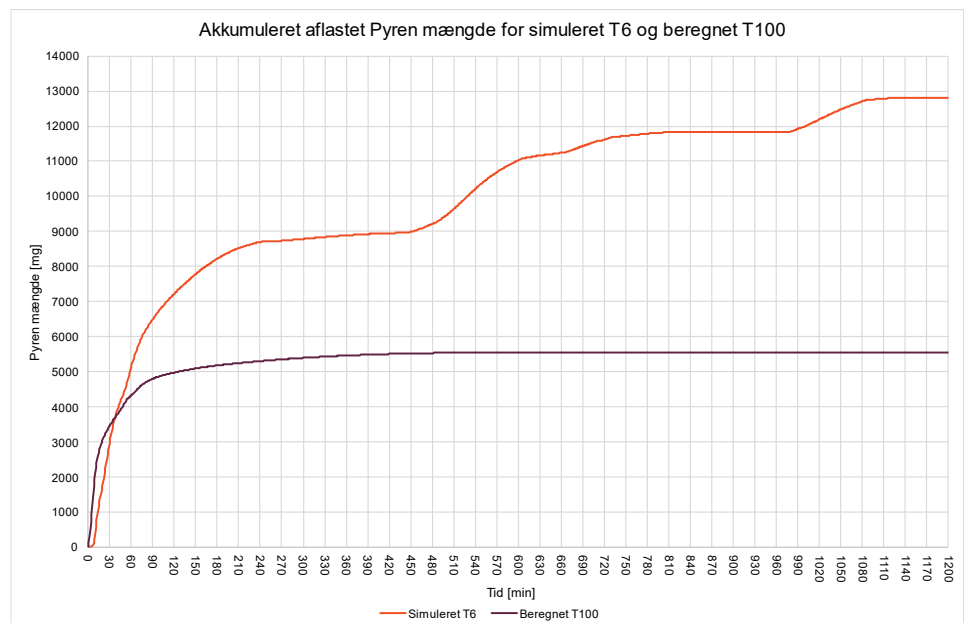
Tabel 4-1 viser udledt pyrenmængde i simuleret T6 hændelse og forventet i T100 hændelse. Det ses, at i den simulerede T6 hændelse er det udledt betydelig mere pyren ift. den forventede mængde i en T100 hændelse.

Tabel 4-1: Udledt pyren mængde i simuleret T6 hændelse og forventet i T100 hændelse

Pyren mængde [mg]	Simuleret udledt pyren ved T6 hændelse [mg]	Forventet udledt pyren ved T100 hændelse [mg]
Første 1 time	5390	4324
Første 1.5 time	6595	4798

For T100 hændelse vil pyrenkoncentration i aflastning falde ned omkring miljøkravet efter 1,5 timer (Figur 4-2). Blandingszonen vil tilsvarende blive reduceret efterhånden som pyrenkoncentrationen falder.

Figur 4-4 viser den akkumulerede aflastede pyrenmængde i den simuleret T6 hændelse i MIKE 3 (tilsvarende resultat i Figur 4-3), og den beregnede T100 hændelse. Det ses at den simulerede T6 aflaster betydelig mere pyren end den beregnede T100 hændelse.



Figur 4-4: Akkumuleret aflastet pyrenmængde for simuleret T6 og beregnet T100

5 Konklusion

Analyse af fortynding ved ekstreme regnhændelser viser, at den gennemførte blandingszone beregning er konservativ og vil være et worst-case scenarie. Den anvendte konstante koncentration i blandingszoneberegningen overestimerer den forventede koncentration ved ekstreme regnhændelser og giver derved en maksimal tænkelig blandingszone.

Den anvendte pyrenkoncentration på 0,15 ug/l i blandingszoneberegningen er væsentlig højere end typetallet for pyren i spildevandsoverløb som er 0,030 ug/l angivet i *Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede*

udledninger, Miljøstyrelsen 2022. Dette understreger, at den gennemførte blandingszone beregning er et worst-case scenarie.