

Undersøgelse af miljøfarlige stoffer og næringsstoffer fra regnvandsbassiner

Vurdering af udløbskoncentrationer fra våde regnvandsbassiner

Vejdirektoratet

Dato: 6. december 2023

Indhold

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Baggrund | 3 |
| 2 | Analyseparametre og prøvetagning | 4 |
| 2.1 | Valg af analyseparametre | 4 |
| 2.1.1 | PAH-forbindelser | 4 |
| 2.1.2 | Metaller | 5 |
| 2.1.3 | Phthalater | 5 |
| 2.1.4 | Bisphenol A | 6 |
| 2.1.5 | BTEX | 6 |
| 2.1.6 | 6PPD-quinone | 6 |
| 2.1.7 | PFAS | 6 |
| 2.1.8 | Næringsstoffer | 7 |
| 2.2 | Valg af prøvetagningsmetode | 7 |
| 2.2.1 | Prøvetagningsprocedure | 8 |
| 3 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 9 |
| 3.1 | PAH-forbindelser | 9 |
| 3.1.1 | Udløbskoncentrationer | 9 |
| 3.1.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 12 |
| 3.2 | Metaller | 13 |
| 3.2.1 | Udløbskoncentrationer | 13 |
| 3.2.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer for barium | 14 |
| 3.2.3 | Vurdering af udløbskoncentrationer for bly | 15 |
| 3.2.4 | Vurdering af udløbskoncentrationer for cadmium | 16 |
| 3.2.5 | Vurdering af udløbskoncentrationer for chrom | 16 |
| 3.2.6 | Vurdering af udløbskoncentrationer for kobber | 17 |
| 3.2.7 | Vurdering af udløbskoncentrationer for kviksølv | 17 |
| 3.2.8 | Vurdering af udløbskoncentrationer for nikkel | 18 |
| 3.2.9 | Vurdering af udløbskoncentrationer for zink | 18 |
| 3.3 | Phthalater | 19 |
| 3.3.1 | Udløbskoncentrationer | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.3.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 20 |
| 3.4 | Bisphenol A og 6PPD-quinone | 21 |
| 3.4.1 | Udløbskoncentrationer | 21 |
| 3.4.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer Bisphenol A | 22 |
| 3.4.3 | Vurdering af udløbskoncentrationer 6PPD-quinone | 22 |
| 3.5 | BTEX | 23 |
| 3.5.1 | Udløbskoncentrationer | 23 |
| 3.5.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 24 |
| 3.6 | PFAS | 25 |
| 3.6.1 | Udløbskoncentrationer | 25 |
| 3.6.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 28 |
| 3.7 | Næringsstoffer | 29 |
| 3.7.1 | Udløbskoncentrationer | 29 |
| 3.7.2 | Vurdering af udløbskoncentrationer | 30 |
| 4 | Konklusion | 31 |

Bilag 1: Samlede analyserapporter

1 Baggrund

Vejdirektoratet har ønsket at forbedre deres vidensgrundlag omkring udløbskoncentrationer fra våde regnvandsbassiner og dermed den potentielle påvirkning af disse bassiners recipienter.

Formålet med dette projekt er at bidrage med en betydelig forøgelse af vidensgrundlaget om udløbskoncentrationer fra våde regnvandsbassiner for en lang række problematiske stoffer. Analyseprogrammet er dog ikke udtømmende for de miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) som potentielt set forekommer i vejvand og skal derfor ses som en undersøgelse af de på nuværende tidspunkt forventeligt mest kritiske stoffer.

Vejvand indeholder en lang række forskellige MFS, som både kan være organiske stoffer og metaller^{1,2}. Dertil kan vandet også indeholde organiske og inorganiske næringsstoffer såvel som andre fysiske-kemiske parametre som også påvirker recipienterne.

De parametre der indgår i analyseprogrammet, er fokuseret på metaller, organiske MFS og næringsstoffer, som kan påvirke de kemiske og biologiske kvalitetselementer i vandområdeplanerne. En nærmere uddybning af valgene er givet i afsnit 2.1.

Parametrene er grupperet i en gruppe af "traditionelle" parametre og nye parametre. De traditionelle parametre indgår allerede i flere litteraturstudier og databaser, herunder Regnkvalitet³ og parametrene forventes at findes i vejvand i betydelige koncentrationer. I gruppen indgår PAH-forbindelser, metaller, phthalater, bisphenol A, BTEX-stoffer og næringsstoffer. For flere af parametrene, mangler der dog relevante og tidssvarende studier af danske forhold, hvorfor de er relevante at medtage i dette projekt.

De nye parametre omfatter organiske MFS som forventes at forekomme i betydelige koncentrationer i indløbet til våde regnvandsbassiner på grund af deres universelle anvendelse, men hvor datagrundlaget fra danske og udenlandske studier er meget begrænset. Der er tale om 6PPD-quinone og PFAS-stoffer. Analyser af de nye stoffer, vil give Vejdirektoratet relevant viden om nye stoffer der forventes at forekomme i vejvand, som dels er interessante at undersøge ud fra et miljømæssigt perspektiv, men som også er interessante på grund af politisk og offentlig interesse.

Inden projektets start, har Vejdirektoratet udpeget syv bassiner, som er relevante og tilgængelige for prøvetagning. Bassinerne er placeret ved henholdsvis Fynske Motorvej og Herning Motorvejen. Bassinerne på ved Fynske Motorvej er alle cirka 3 år gamle, mens bassinerne placeret ved Herning Motorvejen er cirka 10 år gamle. Det antages, at alle bassinerne er udformet iht. BAT. Begge steder er der høj trafikbelastning og regnvandsbassinerne forventes dermed at blive tilført betydelige mængder forurenende stoffer fra trafikken. Det antages, at der i øvrigt kan være forskel på bassinernes oplande, hvilket forventeligt vil påvirke udløbskoncentrationerne.

¹ [Emissions of organic pollutants from traffic and roads: Priority pollutants selection and substance flow analysis](#)

² [The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources](#)

³ <https://www.regnvandskvalitet.dk/>

2 Analyseparametre og prøvetagning

Inden opgavens opstart blev der udvalgt en række parametre til analyse i projektet, som er beskrevet i afsnit 2.1 nedenfor. Der blev desuden foretaget en vurdering og udvælgelse af den bedste mulige prøvetagningsform fra bassinerne, som beskrevet i afsnit 2.2.

Våde regnvandsbassiners renseseffekt af vand stammer primært fra sedimentation af partikulært bundet stof. Der foregår desuden en mindre biologisk omsætning og akkumulation af MFS, men dette forventes at være negligibelt i de fleste sammenhænge. Rensegraderne som er beskrevet i de følgende afsnit, stammer derfor primært fra sedimentation og dermed akkumulation af MFS i sedimentet.

2.1 Valg af analyseparametre

2.1.1 PAH-forbindelser

Vejvand fra motorveje, forventes at indeholde PAH-forbindelser i miljøkritiske koncentrationer⁴. Der er to typer af forureningskilder til PAH'er: petrogene dvs. fra oliespild og pyrogene dvs. fra afbrænding. Den petrogene forurening kan stamme fra både punktkilder og diffuse kilder, mens den pyrogene forurening stammer fra diffuse kilder⁵.

Vidensgrundlaget omkring udløbskoncentrationer af PAH-forbindelser fra våde regnvandsbassiner er meget begrænset og litteraturen er ofte af ældre dato og omhandler enten få PAH-forbindelser eller summen af PAH-forbindelser i stedet for enkelte forbindelser.

PAH-forbindelser bindes især til organisk materiale og partikler og har lille opløselighed i vand. De er derfor især bundet i sediment i både regnvandsbassiner og recipienter. PAH-forbindelser nedbrydes generelt kun langsomt i miljøet og er giftige for vandlevende organismer. Da PAH-forbindelser hovedsageligt vil være bundet til partikler, vil en meget stor del forventes at sedimentere og derved fjernes fra det rensede vejvand.

Det forventes, at der for flerringede og dermed tungere PAH-forbindelser vil være en rensesgrad tæt på 90 %, da disse sorberes stærkere til partikler end de lettere PAH-forbindelser med færre ringe.

I dette projekt er der anvendt en analysepakke som omfatter 16 PAH-forbindelser, som repræsenterer de hyppigst undersøgte forbindelser i litteraturen og et bredt udsnit af både tunge og lette forbindelser.

Der er anvendt en detektionsgrænse på 0,005 µg/l, som er den bedst tilgængelige detektionsgrænse indenfor projektets økonomiske ramme. Detektionsgrænsen er dog højere end miljøkvalitetskravet (MKK) for benz(a)pyren, hvorfor det ikke kan afvises, at stoffet forekommer i koncentrationer over MKK i udløbet på trods af at det ikke er påvist i analysen.

⁴ [Occurrence and concentrations of organic micropollutants \(OMPs\) in highway stormwater: a comparative field study in Sweden](#)

⁵ [DCE - 2018 - Faglig afklaring af overvågning af PAH i sediment og biota](#)

2.1.2 Metaller

Det forventes, at bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink kan findes i miljøkritiske koncentrationer i vejvand.

Bly, chrom, kobber, nikkel og zink anvendes i vid udstrækning i bildele og forventes derfor at stamme fra slitage af blandt andet fra bremseklodser. Stoffernes universelle anvendelse betyder dog også, at tilførslen til de våde regnvandsbassiner ikke kan afgrænses til vejvand, men desuden kan stamme fra atmosfærisk deposition, udspreddning af slam og/eller gylle eller øvrige kilder i oplandet⁶.

Der findes en del litteratur om indholdet af disse stoffer i vejvand, men mange studier er af ældre dato eller fra udlandet, hvor forholdene nødvendigvis ikke kan sammenlignes med Danmark. I de undersøgte studier, er der desuden fundet meget store variationer i koncentrationerne af de enkelte metaller, for kobber er der eksempelvis målt udløbskoncentrationer mellem 3,9 µg/l til 140 µg/l⁷.

Barium og kviksølv er medtaget i programmet, da disse to stoffer ofte overskrider MKK i vandløb og er årsag til ikke-god tilstand i vandløbsrecipienter i Danmark, og det derfor er relevant at undersøge indholdet i vejvand⁸.

For alle stoffer er der anvendt detektionsgrænser som er lavere end det respektive MKK, så koncentrationer under detektionsgrænsen overskrider med sikkerhed ikke MKK.

I dette projekt er der analyseret for totale metaller, da det er denne fraktion der i vurderinger anvendes til at beregne resulterende koncentrationer i recipienten. Dermed vil det også risikoen for at overskride MKK i den resulterende koncentration som vil blive vurderet på.

2.1.3 Phthalater

Phthalater (DEHP, DBP, BBP og DEHA) forventes at forekomme i vejvand i miljøkritiske koncentrationer. Især DEHP, forventes at forekomme i koncentrationer som overskrider MKK⁹. Der er dog relativt få studier om emnet og manglende undersøgelser af danske forhold¹⁰.

Phthalater anvendes i vid udstrækning som tilsætningsstoffer i plast og forventes at forekomme i vejvand som følge af slid på bildele.

Rensegraden for phthalater forventes at være tæt på 85 %, da renseseffekten forventes at være sammenlignelig med PAH-forbindelser. Men det forventes at indløbskoncentrationerne kan være tilsvarende høje, så udløbskoncentrationerne overskrider MKK.

I dette projekt er der analyseres for BBP, DEHA, DEHP, DEP, DINP, DBP og DNOP i udløbet fra de udvalgte bassiner. For alle stoffer er der anvendt detektionsgrænser som er lavere end det respektive MKK, så koncentrationer under detektionsgrænsen overskrider med sikkerhed ikke MKK.

⁶ [DCE - 2023 - ATMOSFÆRISK DEPOSITION 2021](#)

⁷ [Vollertsen et al. - 2013 - Våde bassiner til rensning af separat regnvand](#)

⁸ [DCE - 2021 - Miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet](#)

⁹ [Environmental risks of car tire microplastic particles and other road runoff pollutants](#)

¹⁰ <https://www.regnvandskvalitet.dk/>

2.1.4 Bisphenol A

Bisphenol A (BPA) forventes at forekomme i vejvand i koncentrationer over MKK¹¹. BPA anvendes som brandhæmmer og additiv i mange plasttyper og resiner, som blandt andet anvendes i biler og lastbiler.

Der findes en relativt begrænset mængde litteratur om emnet og meget få danske undersøgelser, hvorfor analyser i dette projekt vil øge vidensgrundlaget markant. Rensegraden og de forventede indløbskoncentrationer af bisphenol A i våde regnvandsbassiner er ikke kendt, men på grund af det relativt lave MKK og den brede anvendelse af stoffet forventes det, at der kan findes betydelige koncentrationer af stoffet i regnvandsbassiner.

2.1.5 BTEX

BTEX-stoffer dækker over benzen, toluen, ethylbenzen og xylener. BTEX-stoffer forventes at blive tilført til vejvand via spild af brændstof og olie og via udstødningsgasser¹².

Der findes en relativt begrænset mængde litteratur om BTEX i vejvand og rensegraden i våde regnvandsbassiner. Der mangler især data fra Danmark.

Det vurderes sandsynligt, at de enkelte bestanddele af BTEX kan forekomme i miljøkritiske koncentrationer i indløbsvandet til de våde regnvandsbassiner placeret ved motorveje, da belastningen af bassinerne fra spild og udstødningsgasser forventes at være markant.

2.1.6 6PPD-quinone

6PPD-quinone er hidtil ikke blevet undersøgt i danske vandområder. Stoffet stammer fra 6PPD, der tilsættes til dæk som et antitærmiddel. 6-PDD oxideres under brug af dækkene til 6PPD-quinone som er yderst toksisk, især for laksefisk og ørreder. Der er foretaget undersøgelser i recipienter i USA og udvaskningstest af dækrester i Danmark, hvorfor det anses som meget sandsynligt at stoffet forekommer i vejvand^{13,14,15}.

Der findes ikke litteratur om indholdet af 6PPD-quinone i overfladevand i Danmark og den forventede rensegrad i regnvandsbassiner er ukendt. Analyser for dette stof, vil dermed give en markant forøgelse af vidensgrundlaget for et debatteret MFS.

2.1.7 PFAS

Der findes ikke danske undersøgelser af PFAS-forbindelser i vejvand, men i flere internationale studier er der konstateret høje PFAS-værdier i vejvand^{16,17}. Disse studier kan nødvendigvis ikke relateres direkte til danske

¹¹ [Occurrence and concentrations of organic micropollutants \(OMPs\) in highway stormwater: a comparative field study in Sweden](#)

¹² [The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources](#)

¹³ [Afgivelse og sundhedsmæssig vurdering af PAH'er og aromatiske aminer i bildæk](#)

¹⁴ [The Tire Wear Compounds 6PPD-Quinone and 1,3-Diphenylguanidine in an Urban Watershed](#)

¹⁵ [Non-targeted and suspect screening of sewage sludge – HITLIST4](#)

¹⁶ [PFAS in Stormwater: What We Know](#)

¹⁷ [Metals and PFAS in stormwater and surface runoff in a semi-arid Canadian city subject to large variations in temperature among seasons](#)

forhold. Man ved dog at PFAS findes de fleste steder i miljøet og at produkter indeholdende PFAS ofte anvendes i bilindustrien i form af tilsætningsstoffer til maling, voks, smøring og imprægnering¹⁸.

På denne baggrund, forventes det at der vil findes PFAS-forbindelser i indløbsvandet til våde regnvandsbassiner. Det har ikke været muligt, at finde studier som undersøger rensegraden af PFAS-forbindelser i våde regnvandsbassiner. Dog forventes rensegraden at være højest for tungere PFAS-forbindelser og mindre for lettere, da langkædede og dermed tungere PFAS-forbindelser i højere grad vil sorbere til partikler og sedimenteres i bassiner.

I dette projekt er prøverne analyseret for 22 PFAS-forbindelser, som er standard i Danmark. Der er udelukkende fastsat et MKK for PFOS, og her er detektionsgrænsen for analysen lavere end MKK. Der er desuden fremsat et kvalitetskriterie for summen af 24 PFAS-stoffer i EU. Denne værdi vil indgå i vurderingen af udløbskoncentrationer¹⁹.

2.1.8 Næringsstoffer

I dette projekt bliver udløbsvandet fra de undersøgte våde regnvandsbassiner analyseret for BI5 som er et mål for omsætteligt organisk materiale, samt næringsstofforbindelserne ammoniak+ammonium-N ($\text{NH}_3\text{-NH}_4$) og nitrat+nitrit-N ($\text{NO}_2\text{-NO}_3$) og orthophosfat-P.

Næringsstofferne er udvalgt på baggrund af deres påvirkning af de biologiske kvalitetselementer i vandområdeplanerne, hvor der er betydelig korrelation mellem koncentrationerne af ovenstående stoffer og tilstandsklassen i recipienten. En overskridelse af de foreslåede grænseværdier for næringsstofferne, er dog ikke nødvendigvis ensbetydende med at de biologiske kvalitetselementer ikke kan opnå god tilstand.

Næringsstoffer forventes ikke stamme direkte fra brugen af vejen, men i stedet fra de øvrige aktiviteter i bassinernes oplande og atmosfærisk deposition.

Der er relativ begrænset viden tilgængelig om udløbskoncentrationerne af næringsstoffer fra våde regnvandsbassiner og der ses betydelige variationer i målte koncentrationer mellem de tidligere undersøgte bassiner og deres rensegrader²⁰.

2.2 Valg af prøvetagningsmetode

Muligheden for at udføre forskellige typer prøvetagning fra de våde regnvandsbassiners udløb blev undersøgt ved opstarten af projektet.

Oprindeligt ønskede NIRAS at foretage flowproportionel prøvetagning. Denne mulighed var dog ikke realistisk, dels på grund af opbygningen af udløbene og tidsforbruget til op- og nedtagning af apparaterne.

Muligheden for at udtage prøver tidsproportionale blandeprøver blev undersøgt. De økonomiske udgifter til denne prøvetagning blev dog vurderet at være for store sammenlignet med stikprøver.

¹⁸ [ITRC 2023](#)

¹⁹ [European Commission - 2023 - COM\(2022\) 540 final](#)

²⁰ [Vollertsen et al. - 2013 - Våde bassiner til rensning af separat regnvand](#)

Muligheden for at anvende passive prøvetagning, eksempelvis Sorbisense, blev undersøgt. Disse metoder kan dog kun opfange opløste metaller og på den baggrund blev metoden fravalgt.

I sidste ende, blev det besluttet at udtage prøverne i dette projekt som stikprøver fra udløbene af de våde regnvandsbassiner. Det blev besluttet at udelukkende analysere prøver fra udløbet af bassinerne, for at få det størst mulige datagrundlag herfra og fokusere på belastningen af recipienter modsat rensegrader.

Dette projekts fokus er dermed udelukkende den reelle belastning af recipienterne fra våde regnvandsbassiner.

2.2.1 Prøvetagningsprocedure

Der blev udtaget prøver fra seks bassiner i september og oktober 2023.

Oprindeligt var der udpeget 7 bassiner til prøvetagning, men på grund af logistiske udfordringer blev bassin 5 fjernet fra programmet.

Prøverne blev udtaget som akkrediterede stikprøver af Eurofins Miljø A/S. Stikprøverne blev udtaget neddykket tæt ved udløbet af fra hvert bassin, for at sikre at det analyserede vand repræsenterede de egentlige udløbskoncentrationer bedst muligt. Ved hver prøvetagning blev der målt pH, ledningsevne og temperatur.

Hver prøvetagningsrunde fra de enkelte bassiner repræsenterer et bestemt nedbørsscenarie.

Første prøvetagning fra bassinerne, 08/09/2023 på Fyn og 11/09/2023 i Jylland, er udtaget efter 1-2 uger med tørvejr.

Anden prøvetagning fra bassinerne, 20/09/2023 på Fyn og 22/09/2023 i Jylland, er udtaget 1-2 dage efter første nedbørshændelse efter 1-2 uger med tørvejr. I Jylland var der faldet ~ 43 mm nedbør mellem første og anden prøvetagning. På Fyn var der faldet ~20 mm nedbør mellem første og anden prøvetagning²¹. Denne prøvetagning er et forsøg på at analysere vand fra "First flush", som kan forventes at indeholde større mængder MFS end øvrige scenarier. Ved disse prøver har dog i alle tilfælde, faldet regn 1-2 dage før prøvetagningen, hvor det første vand, "First Flush", sandsynligvis allerede har passeret bassinet.

Tredje prøvetagning fra bassinerne, 04/10/2023 på Fyn og 11/10/2023 i Jylland, er udtaget efter en 2-3 uger med kontinuerlig nedbør, dvs. flere dage med nedbør end tørvejr i perioden.

De tre nedbørsscenarier er udvalgt, for at undersøge om prøvetagningstidspunktet kan påvirke koncentrationerne af MFS og næringsstoffer i udløbene i betydelig grad.

Tabel 2.1: Datoer for prøvetagning af våde bassinerne i Jylland og på Fyn

| Prøvetagning nr. og beskrivelse | Jylland | Fyn |
|---|------------|------------|
| Nr. 1: Før nedbør | 11/09/2023 | 08/09/2023 |
| Nr. 2: Efter første nedbør | 22/09/2023 | 20/09/2023 |
| Nr. 3: Efter kontinuerlig nedbør | 11/10/2023 | 04/10/2023 |

²¹ [DMI Vejrarkiv](#)

3 Vurdering af udløbskoncentrationer

I dette afsnit bliver de målte udløbskoncentrationer gennemgået for de analyserede parametre. Udløbskoncentrationerne bliver sammenlignet med de respektive miljøkvalitetskrav, som fremgår af BEK 796 af 13/06/2023²². I enkelte tilfælde er der anvendt miljøkvalitetskriterier eller PNEC-værdier, i disse tilfælde fremgår det af tabellen.

For hver stofgruppe, vil målingerne fra de undersøgte bassiner først blive fremstillet. Efterfølgende vil bassinerne blive grupperet ift. deres geografiske placering. Sidst, vil de enkelte prøvetagninger bliver grupperet ift. nedbørshændelser. Dermed bliver bassinerne sammenlignet individuelt, forskellene på de fynske og jyske bassiner bliver undersøgt og forskelle i udløbskoncentrationer relateret til nedbør bliver undersøgt.

For hver stofgruppe vil udløbskoncentrationerne fra de ovenstående scenarier blive vurderet op mod deres respektive miljøkvalitetskrav.

De samlede analyserapporter er vedlagt i Bilag 1.

3.1 PAH-forbindelser

3.1.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.1: Miljøkvalitetskrav for PAH-forbindelser i ferskvand

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet |
|-----------------------|---------------|---------------|-----------|
| Acenaphthen | 3,8 µg/l | 3,8 µg/l | Nationalt |
| Acenaphthylen | 1,3 µg/l | 3,6 µg/l | Nationalt |
| Anthracen | 0,1 µg/l | 0,1 µg/l | EU |
| Benzo(a)anthracen | 0,012 µg/l | 0,018 µg/l | Nationalt |
| Benzo(a)pyren | 0,00017 µg/l | 0,27 µg/l | EU |
| Benzo(b)fluoranthen | Anvendes ikke | 0,017 µg/l | EU |
| Benzo(g,h,i)perylene | Anvendes ikke | 0,00082 µg/l | EU |
| Benzo(k)fluoranthen | Anvendes ikke | 0,017 µg/l | EU |
| Chrysen | 0,014 µg/l | 0,014 µg/l | Nationalt |
| Dibenz(a,h)anthracen | 0,0014 µg/l | 0,018 µg/l | Nationalt |
| Fluoranthen | 0,0063 µg/l | 0,12 µg/l | EU |
| Fluoren | 2,3 µg/l | 21,2 µg/l | Nationalt |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | Anvendes ikke | Anvendes ikke | EU |
| Naphthalen | 2 µg/l | 130 µg/l | EU |

²² [Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand](#)

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet |
|-------------|-------------|------------|-----------|
| Phenanthren | 1,3 µg/l | 4,1 µg/l | Nationalt |
| Pyren | 0,0046 µg/l | 0,023 µg/l | Nationalt |

Tabel 3.2: Koncentrationer af PAH-forbindelser fra hvert undersøgt bassin. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|
| Acenaphthen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Acenaphthylen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(b)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(g,h,i)perylen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(k)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Chrysen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Dibenz(a,h)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Fluoranthren | <0,005 µg/l | 0,012 (0,007-0,017) µg/l | 0,0017 (<0,005-0,005) µg/l | 0,012 (0,01-0,014) µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Fluoren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Naphthalen | <0,005 µg/l | 0,0015 (<0,005-0,009) µg/l | 0,001 (<0,005-0,006) µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Phenanthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Pyren | <0,005 µg/l | 0,013 (0,007-0,019) µg/l | 0,008 (0,007-0,009) µg/l | 0,014 (0,012-0,016) µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |

Tabel 3.3: Koncentrationer af PAH-forbindelser fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Acenaphthen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Acenaphthylen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(b)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(g,h,i)perylene | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(k)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Chrysen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Dibenz(a,h)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Fluoranthren | 0,0073 (<0,005-0,017) | <0,005 µg/l | 0,004 (<0,005-0,017) |
| Fluoren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Naphthalen | 0,00063 (<0,005-0,009) | <0,005 µg/l | 0,00042 (<0,005-0,009) |
| Phenanthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Pyren | 0,0094 (<0,005-0,019) | <0,005 µg/l | 0,01 (<0,005-0,019) |

Tabel 3.4: Koncentrationer af PAH-forbindelser fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Acenaphthen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Acenaphthylen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(a)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(b)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(g,h,i)perylene | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Benzo(k)fluoranthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Chrysen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Dibenz(a,h)anthracen | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Fluoranthren | 0,003 (<0,005- 0,011) µg/l | 0,0043 (<0,005- 0,014) µg/l | 0,0053 (<0,005- 0,017) µg/l |
| Fluoren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Naphthalen | 0,00125 (<0,005-0,009) µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Phenanthren | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l | <0,005 µg/l |
| Pyren | 0,0047 (<0,005-0,013) µg/l | 0,0067 (<0,005-0,019) µg/l | 0,0062 (<0,005-0,016) µg/l |

3.1.2 Vurdering af udløbskoncentrationer

Der er observeret overskridelser af MKK for PAH-forbindelser i bassin 2, 3 og 4, alle beliggende på Fynske Motorvej.

I bassin 2 og bassin 4 overskrider gennemsnittet af fluoranthen det generelle MKK med cirka en faktor 2. Der er desuden fundet målbare koncentrationer i bassin 3, men her overskrider hverken gennemsnittet eller den højeste måling det generelle MKK.

For pyren overskrides det generelle MKK cirka med en faktor 2-3 på tværs af de tre bassiner.

For enkelte PAH-stoffer, blandt andet benz(a)pyren, er det ikke muligt at afvise at der findes koncentrationer over MKK i udløbet, da detektionsgrænsen er højere end MKK.

Fluoranthen udgør <1 % af den atmosfæriske deposition i Danmark²³, hvorfor det kan afvises at overskridelsen af MKK udelukkende skyldes atmosfærisk deposition. Såfremt forureningen primært skyldes atmosfærisk deposition, ville det være forventeligt at øvrige PAH-forbindelser også blev fundet i målbare koncentrationer i udløbet, blandt andet fluoren, som udgør op mod 10 % af den atmosfæriske deposition og er et lettere molekyle som dermed forventes at have en lavere rensegrad i våde regnvandsbassiner.

Da der er relativt stor afstand mellem bassinerne hvor MKK er overskredet for stoffet, er det nærliggende at konkludere, at overskridelsen skyldes fællesnævneren for de tre bassiner; det afledte vejvand. Dette skal dog bekræftes ved målinger af indløbsvandet for at konkludere ovenstående entydigt.

Pyren udgør en større andel af den atmosfæriske deposition, op mod 8 %. De samme betragtninger omkring ophavet af fluoranthen, gør sig gældende for pyren.

Da der kun er fundet målbare koncentrationer af PAH-forbindelser i tre bassiner på Fyn, er det ikke muligt at konkludere om der er signifikant forskel mellem de undersøgte bassiner på Fyn og Jylland. Det kan konkluderes, at der netop i bassin 2-4 er højere belastning af PAH-forbindelser end i de øvrige bassiner, eller at præcis disse bassiner har en betydeligt dårligere renseevne. Årsagen til dette, kortlægges ikke i dette projekt.

Der er ikke fundet betydelige forskelle på koncentrationerne af PAH-forbindelser mellem de forskellige nedbørsscenarier.

Da udløbskoncentrationerne overskrider MKK med maksimalt en faktor 3, vurderes det usandsynligt at udledningen af vejvand fra bassinerne i sig selv vil medføre en overskridelse af MKK i vandfasen i de respektive recipienter, da fortyndingen i mange tilfælde vil bringe den resulterende koncentration i vandløbet under MKK. Dog vil der være risiko for at den resulterende koncentration vil overskride MKK, hvis vandløbet i forvejen er belastet med koncentrationer tæt på MKK for de undersøgte stoffer.

En påvirkning af sedimentet i recipienterne ikke afvises.

²³ [DCE - 2023 - ATMOSFÆRISK DEPOSITION 2021](#)

3.2 Metaller

3.2.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.5: Miljøkvalitetskrav for metaller i ferskvand

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet | Bemærkninger |
|-----------|---------------|-----------|-----------|--|
| Barium | 34 µg/l | 145 µg/l | Nationalt | MKK tillagt naturlig baggrund på 15 µg/l |
| Bly | 1,2 µg/l | 14 µg/l | EU | Gælder for biotilgængelig fraktion |
| Cadmium | 0,08 µg/l | 0,45 µg/l | EU | MKK afhænger af vandets hårdhed |
| Chrom | 3,4 µg/l | 17 µg/l | Nationalt | Gældende for Chrom VI |
| Kobber | 1,66 µg/l | 2,66 µg/l | Nationalt | MKK tillagt naturlig baggrund på 0,66 µg/l |
| Kviksølv | Anvendes ikke | 0,07 µg/l | EU | Kun MKK Max anvendes |
| Nikkel | 4 µg/l | 34 µg/l | EU | MKK kan tillægges naturlig baggrund |
| Zink | 9,3 µg/l | 9,9 µg/l | Nationalt | MKK tillagt naturlig baggrund på 1,5 µg/l |

Tabel 3.6: Koncentrationer af metaller fra hvert undersøgt bassin. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understrening**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Barium | 20 (19-21) µg/l | 44,3 (37-48) µg/l | 40,67 (31-52) µg/l | 39,3 (23-56) µg/l | 27,67 (18-34) µg/l | 15,3 (10-22) µg/l |
| Bly | <0,5 µg/l | 2,1 (2-2,2) µg/l | 2,97 (2,1-3,4) µg/l | 1,22 (<0,5-1,9) µg/l | 0,53 (<0,5-1,6) µg/l | <0,5 µg/l |
| Cadmium | <0,05 µg/l | <0,05 µg/l | 0,02 (<0,05-0,059) µg/l | <0,05 µg/l | <0,05 µg/l | <0,05 µg/l |
| Chrom | 0,83 (<0,5-2,5) µg/l | 3,37 (2,8- 4,3) µg/l | 5,17 (4,5-6) µg/l | 3,00 (2,6- 3,5) µg/l | 1,65 (<0,5-3,3) µg/l | 4,17 (1,2-10) µg/l |
| Kobber | 1,17 (0,9-1,4) µg/l | <u>8,93 (7,8-11) µg/l</u> | <u>7,80 (6,1-8,8) µg/l</u> | <u>8,43 (5,1-12) µg/l</u> | <u>4,80 (2,5-8) µg/l</u> | <u>6,03 (3,3-10) µg/l</u> |
| Kviksølv | 0,04 (<0,05- 0,13) µg/l | 0,05 (<0,05- 0,16) µg/l | <0,05 µg/l | <0,05 µg/l | 0,05 (<0,05- 0,15) µg/l | 0,03 (<0,05- 0,1) µg/l |
| Nikkel | <1 µg/l | 2,10 (<1-3,2) µg/l | 3,03 (<1- 4,6) µg/l | 1,60 (<1-2,6) µg/l | 1,37 (<1-2) µg/l | 3,93 (1,1-9,1) µg/l |
| Zink | <5 µg/l | <u>26,60 (8,8-42) µg/l</u> | <u>25,33 (10-35) µg/l</u> | <u>34,53 (8,6-58) µg/l</u> | <u>11,63 (<5-27) µg/l</u> | <u>12,00 (9,3-17) µg/l</u> |

Tabel 3.7: Koncentrationer af metaller fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Barium | 36,1 (19-56) µg/l | 21,5 (10-34) µg/l | 31,22 (10-56) µg/l |
| Bly | 1,63 (<0,5- 3,4) µg/l | 0,27 (<0,5- 1,6) µg/l | 1,12 (<0,5- 3,4) µg/l |
| Cadmium | 0,005 (<0,05-0,059) µg/l | <0,05 µg/l | 0,0033 (<0,005-0,059) µg/l |
| Chrom | 3,13 (<0,5- 6) µg/l | 2,91 (<0,5- 10) µg/l | 3,06 (<0,5- 10) µg/l |
| Kobber | 6,58 (0,9- 12) µg/l | 5,42 (2,5- 10) µg/l | 6,2 (0,9- 12) µg/l |
| Kviksølv | 0,024 (<0,05- 0,16) µg/l | 0,042 (<0,05- 0,15) µg/l | 0,03 (<0,05- 0,16) µg/l |
| Nikkel | 1,56 (<1- 4,6) µg/l | 2,65 (<1- 9,1) µg/l | 2,1 (<1- 9,1) µg/l |
| Zink | 22,24 (<5- 58) µg/l | 11,82 (<5- 27) µg/l | 18,77 (<5- 58) µg/l |

Tabel 3.8: Koncentrationer af metaller fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|-----------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Barium | 35 (19-56) µg/l | 31,33 (10-52) µg/l | 27,33 (14-39) µg/l |
| Bly | 0,97 (<0,5- 2,1) µg/l | 1,25 (<0,5- 3,4) µg/l | 1,15 (<0,5- 3,4) µg/l |
| Cadmium | <0,05 µg/l | 0,01 (<0,05-0,059) µg/l | <0,05 µg/l |
| Chrom | 2,88 (1,3- 4,5) µg/l | 3,88 (<0,5- 10) µg/l | 2,4 (<0,5- 6) µg/l |
| Kobber | 5,53 (1,4- 8) µg/l | 7,48 (0,9- 12) µg/l | 5,57 (1,2- 8,8) µg/l |
| Kviksølv | 0,017 (<0,05-0,1) µg/l | 0,025 (<0,05-0,15) µg/l | 0,048 (<0,05-0,16) µg/l |
| Nikkel | 0,6 (<1-2) µg/l | 3,42 (<1-9,1) µg/l | 1,91 (<1-4) µg/l |
| Zink | 12,32 (<5- 27) µg/l | 24,22 (<5- 58) µg/l | 19,77 (<5- 37) µg/l |

3.2.2 Vurdering af udløbskoncentrationer for barium

For barium er der konstateret overskridelser af det generelle MKK i bassin 2-4.

For barium er der generelt målt højere koncentrationer på Fyn. Denne variation kan sandsynligvis tilskrives de naturlige bariumkoncentrationer i jord og grundvand i området, hvor der generelt er betydeligt lavere barium koncentrationer i Midtjylland end på Fyn²⁴.

Der ses en svag tendens til reduktioner af de målte bariumkoncentrationer når der bliver tilført mere regnvand til bassinerne, både ift. gennemsnittet og de maksimale koncentrationer. Årsagen til dette, skyldes muligvis at påvirkningen af grundvand er større i perioder med tørvejr end perioder med betydelige mængder regn.

²⁴ [GEUS 2019 - Vurdering af grundvandets kemiske påvirkning på vandløb og kystvande](#)

Udover grundvandet kan industriel brug af barium eksempelvis produktion af sæbe, gummivarer, glas, plastik, olie additiver og stål (HSDB) være en kilde til barium i miljøet^{25,26}.

I NIRAS's gennemgang af litteraturen, har det ikke været muligt at konkludere at barium bliver anvendt eller findes i biler eller veje. Derfor er det overvejende sandsynligt, at overskridelserne af MKK ikke skyldes vejene eller brugen heraf. Dette skal dog bekræftes i det enkelte tilfælde, med yderligere recipientanalyser, da påvirkningen ikke kan afvises at skyldes brug af vejen, jf. ovenstående afsnit.

Det kan konkluderes, at barium i nogle tilfælde, kun på Fyn, overskrider det generelle MKK. Sandsynligheden for at barium også vil overskride MKK i den respektive recipient er væsentligt, især på Fyn. Derfor er det vigtigt at vurdere om kilden til barium i både udledning og recipient er naturlig eller antropogen og eventuelt justere den naturlige baggrundskoncentration, så den er repræsentativ for området.

3.2.3 Vurdering af udløbskoncentrationer for bly

For bly er der konstateret overskridelser af det generelle MKK i udløbene fra bassin 2 og 3. I bassin 3 og 4 overskrider den højeste måling desuden MKK, mens gennemsnittet ikke overskrider MKK.

Der ses betydelige variationer mellem de enkelte målinger, både internt i bassiner og bassinerne imellem, hvorfor det ikke er muligt at drage generelle konklusioner af udløbskoncentrationerne. Dog kan det konkluderes at bassin 2 og 3 er betydeligt mere belastet af bly end de øvrige bassiner, eller har betydeligt lavere rensegrader.

For bly er der målt højere koncentrationer på Fyn end i Jylland. MKK er overskredet for gennemsnittet af udløbskoncentrationerne fra de fire fynske bassiner, mens gennemsnittet for de to jyske bassiner ikke overskrider MKK.

Der ses en svag tendens til højere udløbskoncentrationer af bly ved prøvetagninger efter nedbør. Dette ses både ift. gennemsnittet og de højeste målte koncentrationer. På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for bly, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

Bly er anvendt i flere sammenhænge som kan påvirke vejvand. Bly anvendes blandt andet i bremsebelægninger og i visse typer plast. Bly har også tidligere været anvendt som tilsætningsstof til brændstof, men brugen heraf er udfaset og påvirkningen forventes at være minimal.

Bly bliver i et vist omfang tilført til miljøet via atmosfærisk deposition²⁷. Det er primært afbrændingen af fossile brændstoffer som er årsag til den atmosfæriske deposition.

For de resulterede koncentrationer af bly kan den biotilgængelige andel beregnes, såfremt det generelle MKK ikke overskrides.

Da der er mulighed for at beregne biotilgængeligheden af den resulterende koncentration og det forventes at udledningen vil blive fortyndet i recipienten, vurderes det, at risikoen for at overskride MKK i recipienten som

²⁵ [Barium og bariumforbindelser \(7440-39-3\). Fastsættelse af kvalitetskriterier](#)

²⁶ [BARIUM, UORGANISKE VANDOPLØSELIGE FORBINDELSER](#)

²⁷ [DCE - 2021 - ATMOSFÆRISK DEPOSITION 2020](#)

følge af udledningen af bly fra våde regnvandsbassiner er lav, såfremt koncentrationerne af bly i recipienten ikke er tæt på eller over MKK i forvejen.

Der bør dog altid laves en konkret vurdering af den enkelte udledning.

3.2.4 Vurdering af udløbskoncentrationer for cadmium

Der er ikke målt koncentrationer af cadmium over MKK i nogle af de undersøgte bassiner, hverken når der ses på gennemsnit eller højeste målte koncentrationer.

Det er derfor nærliggende at konkludere, at cadmium ikke er problematisk i udledningen fra våde regnvandsbassiner.

Man bør dog stadig inkludere cadmium i vurderinger, hvis der i forvejen er overskridelser i recipienten eller hvis der er en begrundet mistanke om forhøjede koncentrationer af cadmium, evt. som følge af en lokal forurening.

3.2.5 Vurdering af udløbskoncentrationer for chrom

For chrom er der målt overskridelser af MKK i bassin 3 og 7. De højeste målte koncentrationer, men ikke gennemsnittet, overskrider MKK i bassin 2 og 4.

Der ses ikke nogen betydelig forskel mellem de målte koncentrationer i udløb fra bassiner på Fyn eller fra bassiner i Jylland.

Der ses en tendens af forhøjede chrom-koncentrationer efter første nedbør efter en længere tør periode. Tendensen er dog svag og præget af store variationer mellem bassinerne.

Chrom anvendes i mange dele i biler og det forventes at en betydelig del af koncentrationen af chrom i våde regnvandsbassiner stammer fra slid på biler. Dette hænger godt sammen med de målte forhøjede koncentrationer efter regnvej, hvor det kan forventes at chrom ophobes i oplandet til bassinet i tørre perioder og derefter ledes til regnvandsbassinerne i forhøjede koncentrationer.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for chrom, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

For enkelte bassiner, hvor MKK for chrom VI overskrides, kan det være relevant at undersøge andelen af chrom VI og chrom III i prøverne, da chrom III har et generelt MKK på 4,9 µg/l modsat det generelle MKK for chrom VI på 3,4 µg/l.

Da der primært er målt koncentrationer som ikke overstiger det generelle MKK i betydelig grad og det forventes at udledningen vil blive fortyndet i recipienten, vurderes det, at risikoen for at overskride MKK i recipienten som følge af udledningen af chrom fra våde regnvandsbassiner er lav, såfremt koncentrationerne af chrom i recipienten ikke er tæt på eller over MKK i forvejen.

Der bør dog altid laves en konkret vurdering, da der er observeret betydelige forskelle i udløbskoncentrationerne mellem de undersøgte bassiner.

3.2.6 Vurdering af udløbskoncentrationer for kobber

Gennemsnitskoncentrationen af kobber overskrider MKK Max i bassin 2-7. I bassin 2,3,4 og 7 overskrider den laveste målte koncentration desuden MKK Max.

Det er udelukkende i bassin 1, at der ikke er målt overskridelser af MKK eller MKK Max.

Der er ikke tydelige forskelle mellem de målte koncentrationer i Jylland og på Fyn.

Der ses en svag tendens for højere udløbskoncentrationer af kobber ved prøvetagninger efter nedbør. Dette ses både ift. gennemsnittet og de højeste målte koncentrationer.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for kobber, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

For kobber er det muligt at beregne den biotilgængelige fraktion af den resulterende koncentration, såfremt MKK Max ikke overskrides. I mange af de analyserede prøver er der dog målt så høje koncentrationer, at MKK Max muligvis vil være overskredet i recipienten, da kobber også findes i koncentrationer tæt på eller over MKK i mange danske vandløb²⁸.

Det vurderes, at udledningen af kobber fra de undersøgte bassiner, udgør en betydelig risiko for at MKK eller MKK Max overskrides i ferskvandsrecipienterne. Udledningen af kobber forventes at være særligt kritisk, i perioder med minimumsvandføring hvor udledningen af vejvand udgør en større andel af vandløbets vandføring og det desuden kan forventes at der findes forhøjede koncentrationer i udløbet af bassinerne efter længere tørre perioder.

3.2.7 Vurdering af udløbskoncentrationer for kviksølv

For kviksølv er der ikke fastsat et generelt MKK. Der anvendes i stedet MKK Max på 0,07 µg/l.

Gennemsnittet fra de undersøgte bassiner overskrider ikke MKK Max i noget tilfælde. I bassin 1,2,5 og 7 overskrider den højeste måling MKK Max med cirka en faktor 2.

Der ses ikke nogen betydelige variationer mellem de målte koncentrationer i Jylland og Fyn eller efter bestemte nedbørsscenarier. Der er dermed lavere variation i målinger for kviksølv end for de øvrige undersøgte metaller.

Det vurderes, at udledningen af kviksølv fra de undersøgte bassiner, udgør en risiko for at MKK Max overskrides i ferskvandsrecipienterne og der dermed ikke opnås målopfyldelse, da der i mange undersøgte danske vandløb i forvejen, er overskridelser af MKK for kviksølv i biota. Udledningen af kviksølv forventes at være særligt kritisk, i perioder med minimumsvandføring hvor udledningen af vejvand udgør en større andel af vandløbets vandføring.

²⁸ [DCE - 2021 - Miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet](#)

3.2.8 Vurdering af udløbskoncentrationer for nikkel

Der er kun ved to målinger fundet koncentrationer af nikkel over MKK, dette er i bassin 3 og 7. Begge målinger er foretaget efter første regnhændelse.

Der er observeret en svag tendens til forhøjede koncentration af nikkel i de jyske bassiner sammenlignet med de fynske. Der er desuden en svag tendens til forhøjede koncentrationer af nikkel efter nedbør, hvilket indikerer en ophobning af nikkel i oplandet til bassinerne i tørre perioder.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for nikkel, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

Da gennemsnitskoncentrationerne ikke overskrider MKK i nogle af de undersøgte bassiner, er det derfor nærliggende at konkludere, at nikkel ikke er problematisk i udledningen fra våde regnvandsbassiner.

Man bør dog stadig inkludere nikkel i vurderinger, hvis der i forvejen er overskridelser i recipienten eller hvis der er en begrundet mistanke om forhøjede koncentrationer af nikkel, evt. som følge af en lokal forurening.

3.2.9 Vurdering af udløbskoncentrationer for zink

Gennemsnitskoncentrationen af zink overskrider MKK Max i bassin 2-7, og alle målinger bortset fra en enkelt i bassin 6, overskrider som minimum MKK.

Det er udelukkende i bassin 1, at der ikke er målt overskridelser af MKK eller MKK Max.

Der er generelt målt højere koncentrationer på Fyn end i Jylland. Dette er både gældende for gennemsnittene på tværs af bassinerne og for de højeste målinger fra hvert bassin.

Der ses en svag tendens for højere udløbskoncentrationer af zink ved prøvetagninger efter nedbør. Dette ses både ift. gennemsnittet og de højeste målte koncentrationer.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for zink, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

For zink er det muligt at beregne den biotilgængelige fraktion af den resulterende koncentration, såfremt MKK Max ikke overskrides. I mange af de analyserede prøver er der dog målt så høje koncentrationer, at MKK Max muligvis vil være overskredet i recipienten, da zink også findes i koncentrationer tæt på eller over MKK i mange danske vandløb²⁹.

Det vurderes, at udledningen af zink fra de undersøgte bassiner, udgør en betydelig risiko for at MKK eller MKK Max overskrides i ferskvandsrecipienterne. Udledningen af zink forventes at være særligt kritisk, i perioder med minimumsvandføring hvor udledningen af vejvand udgør en større andel af vandløbets vandføring.

²⁹ [DCE - 2021 - Miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet](#)

3.3 Phthalater

3.3.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.9: Miljøkvalitetskrav for phthalater i ferskvand

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet | Bemærkninger |
|-----------|---------------|---------------|------------|---|
| BBP | 7,5 | 15 | Nationalt | |
| DEHA | 0,7 | 6,6 | Nationalt | |
| DEHP | 1,3 | Anvendes ikke | EU | |
| DEP | 12 | 120 | Intet krav | PNEC-værdi ³⁰ |
| DINP | Anvendes ikke | Anvendes ikke | Intet krav | Ikke muligt at fastsætte kriterie ³¹ |
| DBP | 2,3 | 35 | Nationalt | |
| DNOP | Anvendes ikke | Anvendes ikke | Intet krav | Ikke muligt at fastsætte kriterie ³² |

Tabel 3.10: Koncentrationer af phthalater fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| BBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHA | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHP | <0,1 µg/l | 0,17 (<0,1-0,29) µg/l | 0,14 (<0,1-0,2) µg/l | 0,24 (<0,1-0,46) µg/l | 0,047 (<0,1-0,14) µg/l | <0,1 µg/l |
| DEP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DINP | 0,09 (<0,1-0,27) µg/l | 3,13 (<0,1-9,4) µg/l | 4,33 (<0,1-13) µg/l | 5 (<0,1-15) µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DNOP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |

³⁰ [ECHA - 2023 - Diethyl phthalate dossier](#)

³¹ [ECHA - 2023 - Di-"isononyl" phthalate dossier](#)

³² [Miljøstyrelsen - 2022- Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet DNOP](#)

Tabel 3.11: Koncentrationer af phthalater fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| BBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHA | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHP | 0,13 (<0,1-0,46) µg/l | 0,02 (<0,1-0,14) µg/l | 0,09 (<0,1-0,46) µg/l |
| DEP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DINP | 3,14 (<0,1-15) µg/l | <0,1 µg/l | 2,1 (<0,1-15) µg/l |
| DBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DNOP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |

Tabel 3.12: Koncentrationer af phthalater fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|-----------|------------------------|-----------------------|---------------------------|
| BBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHA | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DEHP | 0,023 (<0,1-0,14) µg/l | 0,16 (<0,1-0,46) µg/l | 0,1 (<0,1-0,21) µg/l |
| DEP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DINP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | 6,3 (<0,1-15) µg/l |
| DBP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |
| DNOP | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l | <0,1 µg/l |

3.3.2 Vurdering af udløbskoncentrationer

Der er ikke fundet phthalater over det generelle MKK i nogle af de udførte målinger.

Der ses betydelige forskelle mellem bassinerne, men i ingen tilfælde kommer koncentrationen af phthalater over halvdelen af det generelle MKK i udløbet fra bassinerne.

Der er observeret en svag tendens, til højere koncentrationer i de fynske bassiner end i de jyske. Der er desuden en svag tendens, som indikerer at DEHP ophobes i oplandet til bassinerne i tørre perioder, da der er målt generelt højere koncentrationer i udløbet efter første nedbørshændelse efter en længere tør periode.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for DEHP og øvrige phthalater, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

Som det fremgår af afsnit 2.1.3, er der målt koncentrationer af phthalater i urensset vejvand og det forventes derfor, at der i indløbet til bassinerne vil være målbare koncentrationer af disse stoffer. Dette er dog ikke bekræftet i dette projekt, da der ikke er analyseret prøver fra indløbet af bassinerne.

Det vurderes, at koncentrationen af phthalater i udløbsvandet ikke udgør en betydelig risiko for at de respektive MKK for stofferne overskrides i ferskvandsrecipienterne som følge af udledning af vejvand fra våde regnvandsbassiner.

3.4 Bisphenol A og 6PPD-quinone

3.4.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.13: Miljøkvalitetskrav for bisphenol A (BPA) i ferskvand og beregnet PNEC for 6PPD-Q.

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet | Bemærkninger |
|-----------|--------------|----------|------------------|--|
| BPA | 0,1 µg/l | 10 | Nationalt | |
| 6PPD-Q | 0,00008 µg/l | >0,00008 | MKK ikke fastsat | Beregnet PNEC-værdi baseret på den mest følsomme art ³³ |

Tabel 3.14: Koncentrationer af bisphenol A (BPA) og 6PPD-quinone fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| BPA | <0,01 µg/l | 0,032 (<0,01-0,07) µg/l | 0,013 (0,01-0,02) | 0,057 (0,02- 0,11) µg/l | <0,01 µg/l | <0,01 µg/l |
| 6PPD-Q | 0,002 (<0,005-0,005) µg/l | 0,089 (0,028-0,12) µg/l | 0,065 (0,026-0,12) µg/l | 0,163 (0,05-0,22) µg/l | 0,022 (0,008-0,043) µg/l | 0,021 (0,013-0,033) µg/l |

Tabel 3.15: Koncentrationer af bisphenol A (BPA) og 6PPD-quinone fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-----------|---|---------------------------------|---|
| BPA | 0,027 (<0,01- 0,11) µg/l | <0,01 µg/l | 0,017 (<0,01-0,11) µg/l |
| 6PPD-Q | 0,08 (<0,005- 0,22) µg/l | 0,022 (0,008-0,043) µg/l | 0,06 (<0,005- 0,22) µg/l |

Tabel 3.16: Koncentrationer af bisphenol A (BPA) og 6PPD-quinone fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|-----------|--|----------------------------------|--|
| BPA | 0,005 (<0,01-0,02) µg/l | 0,033 (<0,01- 0,11) µg/l | 0,012 (<0,01-0,04) µg/l |
| 6PPD-Q | 0,02 (<0,005- 0,049) µg/l | 0,079 (0,005-0,22) µg/l | 0,082 (<0,005- 0,22) µg/l |

³³ [ITRC - 2023 - What We Know: 6PPD and 6PPD-quinone](#)

3.4.2 Vurdering af udløbskoncentrationer Bisphenol A

Det generelle MKK for bisphenol A er udelukkende overskredet i en enkelt måling fra bassin 4, som blev taget efter første regnhændelse.

Der ses betydelige forskelle i målte koncentrationer mellem de undersøgte bassiner. I bassin 2, 3 og 4 er der målt koncentrationer over detektionsgrænsen, mens der i bassin 1, 6 og 7 ikke er målt koncentrationer over detektionsgrænsen. Årsagen hertil er ukendt, men kan skyldes forskelle i bassinerne oplande, rensegrader mv.

Bassin 1-4 er placeret på Fyn og det er derfor udelukkende på Fyn, hvor der er målt koncentrationer af bisphenol A over detektionsgrænsen.

Der er en svag tendens, som indikerer at bisphenol A ophobes i oplandet til bassinerne i tørre perioder, da der er målt højere koncentrationer i udløbet efter første nedbørshændelse efter en længere tør periode, hvilket medfører at den gennemsnitlige koncentration af bisphenol A er højere efter første nedbørshændelse.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje, hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for bisphenol A, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

Som det fremgår af afsnit 2.1.4 anvendes bisphenol a som brandhæmmer og additiv i mange plasttyper og resiner som blandt andet anvendes i biler og lastbiler. Rensegraden af stoffet i våde regnvandsbassiner eller de forventede indløbskoncentrationer er dog ikke kendt. Derfor kan det ikke konkluderes, om de lave udløbskoncentrationer skyldes lav belastning af bassinerne eller om stoffet omsættes i betydelig grad i bassinerne.

Da udløbskoncentrationerne kun i et enkelt tilfælde overskrider MKK, er det usandsynligt at udledningen af vejvand fra bassinerne i sig selv vil medføre en overskridelse af MKK i vandfasen i de respektive recipienter, da fortyndingen i mange tilfælde vil bringe den resulterende koncentration i vandløbet under MKK. Det vurderes derfor, at udledningen af bisphenol A fra våde regnvandsbassiner udgør en mindre risiko for at MKK overskrides i ferskvandsrecipienterne.

3.4.3 Vurdering af udløbskoncentrationer 6PPD-quinone

6PPD-quinone er kun målt under detektionsgrænsen i en enkelt måling og må derfor siges at forekomme i vandet fra alle bassinerne.

Der er betydelige forskelle i de målte koncentrationer mellem bassinerne. Eksempelvis, er den gennemsnitlige koncentration i bassin 4 mere end 80 gange højere end den gennemsnitlige koncentration i bassin 1, og den højeste koncentration målt i bassin 1 er en faktor 10 lavere end den laveste koncentration i bassin 4.

Der er observeret en svag tendens, til højere koncentrationer i de fynske bassiner end i de jyske. Der er desuden en svag tendens, som indikerer at 6PPD-Q ophobes i oplandet til bassinerne i tørre perioder, da der er målt generelt højere koncentrationer i udløbet efter nedbørshændelser.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for 6PPD-quinone, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

6PPD-quinone er et nedbrydningsprodukt af 6PPD, som anvendes som tilsætningsmiddel til dæk, hvilket stemmer godt overens med de målte koncentrationer på tværs af alle bassiner, da det var forventet at tilførslen af stoffet vil ske i alle dele af landet og i høj grad hænge sammen med den trafikale belastning.

Til NIRAS's viden, er dette det første projekt der måler 6PPD-quinone i vejvand i Danmark og det første projekt der måler 6PPD-quinone koncentrationer i udløbet af våde regnvandsbassiner.

Da der ikke er fastsat en PNEC-værdi af nogen europæisk myndighed på nuværende tidspunkt, har NIRAS beregnet PNEC-værdien på baggrund af den af Miljøstyrelsen anvendte fremgangsmåde³⁴. Denne PNEC-værdi er beregnet til 0,00008 µg/. PNEC-værdien er fastsat på baggrund af akutte studier foretaget på fisk og der anvendes derfor en sikkerhedsfaktor på 1000, som tillægges LC50 koncentrationen for den mest følsomme art³⁵.

PNEC-værdien overskrides i alle udløb og selv den ene måling der er lavere end detektionsgrænsen, overskrider muligvis PNEC-værdien.

Da Miljøstyrelsen i flere projekter har målt høje koncentrationer af 6PPD i bildæk^{36,37}, og der i dette projekt er målt høje koncentrationer af 6PPD-quinone i udløbet af våde regnvandsbassiner til vandløbsrecipienter, er det presserende at lave en udredning af stoffet påvirkning af fiskebestandene i de danske vandløb, som modtager vejvand fra større og mindre veje.

Det vurderes, at koncentrationen af 6PPD-quinone i udløbsvandet udgør en risiko for ferskvandsrecipienterne som følge af udledning af vejvand fra våde regnvandsbassiner, da stoffet optræder i koncentrationer som ofte skal fortyndes mere end 1000 gange for at ikke overskride den i dette projekt fastsatte PNEC-værdi. Der er dog behov for yderligere undersøgelser, for at mere præcist fastsætte PNEC-værdien og kvantificere de resulterende koncentrationer i recipienterne.

3.5 BTEX

3.5.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.17: Miljøkvalitetskrav for BTEX-stoffer i ferskvand

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet | Bemærkninger |
|----------------|---------------|---------------|------------------|--------------|
| Benzen | 10 | 50 | EU | - |
| Toluen | 74 | 380 | Nationalt | - |
| Ethylbenzen | 20 | 180 | Nationalt | - |
| Sum af xylener | 10 | 100 | Nationalt | - |
| BTEX (sum) | Anvendes ikke | Anvendes ikke | MKK ikke fastsat | - |

³⁴ [European Commission - 2018 - Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards](#)

³⁵ [ITRC - 2023 - What We Know: 6PPD and 6PPD-quinone](#)

³⁶ [Miljøstyrelsen - 2005 - Afgivelse og sundhedsmæssig vurdering af PAH'er og aromatiske aminer i bildæk](#)

³⁷ [Miljøstyrelsen - 2008 - Kortlægning, emissioner samt miljø- og sundhedsmæssig vurdering af kemiske stoffer i kunstgræs](#)

Tabel 3.18: Koncentrationer af BTEX fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Benzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Toluen | <0,02 µg/l | 0,019 (<0,02-0,057) µg/l | <0,02 µg/l | 0,016 (<0,02-0,048) µg/l | 0,039 (0,029-0,059) µg/l | 1,74 (<0,02-5,2) µg/l |
| Ethylbenzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Sum af xylener | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | 0,016 (<0,02-0,049) µg/l |
| BTEX (sum) | <0,02 µg/l | 0,019 (<0,02-0,057) µg/l | <0,02 µg/l | 0,016 (<0,02-0,048) µg/l | 0,039 (0,029-0,059) µg/l | 1,74 (<0,02-5,2) µg/l |

Tabel 3.19: Koncentrationer af BTEX fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Benzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Toluen | 0,0088 (<0,02-0,057) µg/l | 0,89 (<0,02-5,2) µg/l | 0,3 (<0,02-5,2) µg/l |
| Ethylbenzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Sum af xylener | <0,02 µg/l | 0,008 (<0,02-0,049) µg/l | 0,0027 (<0,02-0,049) µg/l |
| BTEX (sum) | 0,0088 (<0,02-0,057) µg/l | 0,89 (<0,02-5,2) µg/l | 0,3 (<0,02-5,2) µg/l |

Tabel 3.20: Koncentrationer af BTEX fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Benzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Toluen | 0,88 (<0,02-5,2) µg/l | 0,023 (<0,02-0,057) µg/l | 0,008 (<0,02-0,029) µg/l |
| Ethylbenzen | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| Sum af xylener | 0,0082 (<0,02-0,049) µg/l | <0,02 µg/l | <0,02 µg/l |
| BTEX (sum) | 0,88 (<0,02-5,2) µg/l | 0,023 (<0,02-0,057) µg/l | 0,008 (<0,02-0,029) µg/l |

3.5.2 Vurdering af udløbskoncentrationer

Der er ikke observeret koncentrationer af BTEX-stoffer over deres respektive MKK. Den højeste målte koncentration ift. stoffets MKK var for toluen, som var mere end 10 gange lavere end MKK.

Der er observeret en svag tendens til forhøjede koncentration af BTEX-stoffer i de jyske bassiner sammenlignet med de fynske. Der er desuden en svag tendens til forhøjede koncentrationer af BTEX-stoffer før nedbør.

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for BTEX-stoffer, under forskellige vejrlig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

Da BTEX-stoffer blandt andet stammer fra brændstof og andre tilsætningsstoffer anvendt i biler, må det forventes at belastningen på motorveje er relativt høj sammenlignet med mindre veje.

Det vurderes, at koncentrationen af BTEX-stoffer i udløbsvandet ikke udgør en betydelig risiko for at de respektive MKK for stofferne overskrides i ferskvandsrecipienterne som følge af udledning af vejvand fra våde regnvandsbassiner.

Man bør dog stadig overveje at inkludere BTEX-stoffer i vurderinger, hvis der i forvejen er overskridelser i recipienten eller hvis der er en begrundet mistanke om forhøjede koncentrationer af BTEX-stoffer, evt. som følge af en lokal forurening.

3.6 PFAS

3.6.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.21: Miljøkvalitetskrav for PFAS i ferskvand

| Parameter | MKK | MKK Max | Prioritet | Bemærkninger |
|-----------|--------------|---------------|-----------|--|
| PFOS | 0,00065 µg/l | 36 µg/l | EU | Nuværende MKK |
| PFAS 24 | 0,0044 µg/l | Anvendes ikke | EU | Forslag til MKK for summen af PFAS i PFOA-ækvivalenter ³⁸ |

Tabel 3.22: Koncentrationer af PFAS fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 6:2 FTS | 0,0043 (<0,0003-0,013) µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFBA | 0,0033 (0,0026- 0,0037) µg/l | 0,0039 (0,0035- 0,0044) µg/l | 0,0037 (0,003- 0,0046) µg/l | 0,0038 (0,0029- 0,0048) µg/l | 0,0045 (0,0037- 0,0055) µg/l | 0,0024 (0,0021- 0,0027) µg/l |

³⁸ [European Commission - 2023 - COM\(2022\) 540 final](#)

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|--------------------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|
| PFBS | 0,0004 (<0,0003- 0,0006) µg/l | 0,0002 (<0,0003- 0,0006) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0005) µg/l | 0,0005 (0,0004- 0,0005) µg/l | 0,0006 (0,0005- 0,0008) µg/l | 0,0001 (<0,0003- 0,0003) µg/l |
| PFDA | <0,0003 µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0001 (<0,0003- 0,0003) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0004) µg/l |
| PFDoDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFDoDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHpA | 0,0010 (0,0010- 0,0010) µg/l | 0,0009 (0,0008- 0,0010) µg/l | 0,0009 (0,0006- 0,0014) µg/l | 0,0008 (0,0006- 0,001) µg/l | 0,0008 (0,0007- 0,0009) µg/l | 0,0006 (0,0005- 0,0007) µg/l |
| PFHpS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHxA | 0,0013 (0,0012- 0,0015) µg/l | 0,0013 (0,0012- 0,0014) µg/l | 0,0013 (0,0011- 0,0016) µg/l | 0,0011 (0,0009- 0,0014) µg/l | 0,0012 (0,0011- 0,0013) µg/l | 0,0010 (0,0007- 0,0011) µg/l |
| PFHxS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFNA | 0,0004 (0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0005) µg/l | 0,0004 (0,0003- 0,0005) µg/l | 0,0004 (0,0003- 0,0004) µg/l | 0,0001 (<0,0003- 0,0003) µg/l |
| PFNS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFOA | 0,0011 (0,0009- 0,0013) µg/l | 0,0012 (0,0009- 0,0014) µg/l | 0,0012 (0,0009- 0,0015) µg/l | 0,0012 (0,0008- 0,0016) µg/l | 0,0011 (0,0007- 0,0014) µg/l | 0,0007 (0,0006- 0,0008) µg/l |
| PFOS | 0,0005 (0,0005- 0,0006) µg/l | 0,0006 (0,0004- 0,0008) µg/l | 0,0006 (0,0005- 0,0007) µg/l | 0,0008 (0,0004- 0,001) µg/l | 0,0006 (0,0003- 0,0012) µg/l | 0,0006 (<0,0002- 0,0018) µg/l |
| PFOSA | <0,0003 µg/l | 0,0004 (<0,0003- 0,0006) µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | 0,0003 (<0,0003- 0,0008) µg/l | 0,0009 (<0,0003- 0,0026) µg/l |
| PFPeA | 0,0005 (<0,0003- 0,0007) µg/l | 0,0007 (0,0005- 0,0009) µg/l | 0,0008 (0,0006- 0,001) µg/l | 0,0006 (0,0003- 0,0009) µg/l | 0,0006 (0,0005- 0,0006) µg/l | 0,0006 (0,0003- 0,0008) µg/l |
| PFPeS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFTTrDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFTTrDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| Sum af PFAS | 0,0130 (0,0093- 0,02) µg/l | 0,0094 (0,0079- 0,011) µg/l | 0,0093 (0,0068- 0,012) µg/l | 0,0094 (0,0071- 0,12) µg/l | 0,0103 (0,0091- 0,012) µg/l | 0,0072 (0,0046- 0,0088) µg/l |
| PFAS RPF | 0,0067 µg/l | 0,0082 µg/l | 0,0083 µg/l | 0,0095 µg/l | 0,0074 µg/l | 0,0053 µg/l |

Tabel 3.23: Koncentrationer af PFAS fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parenteser, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|---------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 6:2 FTS | 0,0011 (<0,0003-0,013) µg/l | <0,0003 µg/l | 0,00072 (<0,0003-0,013) µg/l |
| PFBA | 0,0037 (0,0026-0,0048) µg/l | 0,0035 (0,0021-0,0055) µg/l | 0,0036 (0,0021-0,0055) µg/l |
| PFBS | 0,00038 (<0,0003-0,00061) µg/l | 0,00043 (<0,0003-0,0008) µg/l | 0,0004 (<0,0003-0,0008) µg/l |
| PFDA | 0,00019 (<0,0003-0,0004) µg/l | 0,00017 (<0,0003-0,00036) µg/l | 0,00018 (<0,0003-0,0004) µg/l |
| PFD _o DA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFD _o DS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHpA | 0,0009 (0,0006-0,0014) µg/l | 0,0007 (0,0005-0,0009) µg/l | 0,00083 (0,0005-0,0009) µg/l |
| PFHpS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHxA | 0,0013 (0,0009-0,0016) µg/l | 0,001 (0,00074-0,0013) µg/l | 0,0012 (0,00074-0,0016) µg/l |
| PFHxS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFNA | 0,00035 (<0,0003-0,00047) µg/l | 0,00028 (<0,0003-0,00038) µg/l | 0,0003 (<0,0003-0,00047) µg/l |
| PFNS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFOA | 0,0012 (0,00078-0,0016) µg/l | 0,0009 (0,0006-0,0014) µg/l | 0,001 (0,0006-0,0016) µg/l |
| PFOS | 0,00063 (0,00043- 0,001) µg/l | 0,00065 (<0,0002- 0,0018) µg/l | 0,0064 (<0,0002- 0,0018) µg/l |
| PFOSA | 0,0008 (<0,0003-0,0006) µg/l | 0,0006 (<0,0003-0,0026) µg/l | 0,0002 (<0,0003-0,0026) µg/l |
| PFP _e A | 0,00064 (<0,0003-0,001) µg/l | 0,00056 (0,0003-0,0008) µg/l | 0,0006 (<0,0003-0,001) µg/l |
| PFP _e S | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFT _r DA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFT _r DS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| Sum af PFAS | 0,01 (0,007-0,02) µg/l | 0,009 (0,005-0,01) µg/l | 0,01 (0,005-0,02) µg/l |
| PFAS RPF | 0,0079 µg/l | 0,0067 µg/l | 0,0075 µg/l |

Tabel 3.24: Koncentrationer af PFAS fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parenteser, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over MKK Max er markeret med **fed og understregning**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 6:2 FTS | 0,0022 (<0,0003-0,01) µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFBA | 0,0033 (0,0026-0,004) µg/l | 0,0039 (0,0025-0,0048) µg/l | 0,004 (0,0021-0,006) µg/l |
| PFBS | 0,0002 (<0,0003-0,0006) µg/l | 0,0005 (<0,0003-0,0006) µg/l | 0,0004 (<0,0003-0,0008) µg/l |
| PFDA | 0,0001 (<0,0003-0,0003) µg/l | 0,0005 (<0,0003-0,0006) µg/l | 0,0004 (<0,0003-0,0008) µg/l |
| PFD _o DA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|--------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|
| PFDoDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHpA | 0,0008 (0,0007-0,001) µg/l | 0,001 (0,0005-0,001) µg/l | 0,0007 (0,0005-0,001) µg/l |
| PFHpS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFHxA | 0,001 (0,0007-0,001) µg/l | 0,001 (0,001-0,001) µg/l | 0,001 (0,001-0,001) µg/l |
| PFHxS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFNA | 0,0002 (<0,0003-0,0004) µg/l | 0,0004 (0,0003-0,0005) µg/l | 0,0003 (<0,0003-0,0004) µg/l |
| PFNS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFOA | 0,0009 (0,0007-0,001) µg/l | 0,001 (0,0008-0,002) µg/l | 0,001 (0,0006-0,001) µg/l |
| PFOS | 0,0004 (<0,0002- 0,0008) µg/l | 0,0009 (0,0004- 0,002) µg/l | 0,0006 (<0,0002- 0,001) µg/l |
| PFOSA | 0,0005 (<0,0003-0,003) µg/l | 0,0002 (<0,0003-0,0008) µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFPeA | 0,0006 (<0,0003-0,0008) µg/l | 0,0007 (0,0005-0,001) µg/l | 0,0006 (0,0003-0,0009) µg/l |
| PFPeS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFTTrDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFTTrDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDA | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| PFUnDS | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l | <0,0003 µg/l |
| Sum af PFAS | 0,01 (0,007-0,02) µg/l | 0,01 (0,008-0,01) µg/l | 0,009 (0,005-0,01) µg/l |
| PFAS RPF | 0,0047 µg/l | 0,01 µg/l | 0,0074 µg/l |

3.6.2 Vurdering af udløbskoncentrationer

I 2023 er det udelukkende for PFOS at der er fastsat et MKK. Der er dog foreslået et MKK for summen af 24 PFAS-stoffer beregnet som PFOA-ækvivalenter, som også er inddraget i denne vurdering³⁹. Summen af PFAS har et foreslået MKK på 0,004 µg/l. Ved beregning af summen ganges en faktor på hvert stof, baseret på deres toksicitet. For PFOS bliver der tillagt en faktor 2 i sumberegningen. Da der er analyseret for 22 PFAS-stoffer og kun 16 af disse indgår i sumberegningen, er sumberegningen kun indikativ og i så fald der analyseres for PFAS 24 i fremtiden, vil summen muligvis være højere end den beregnede i dette projekt.

På tværs af bassinerne er der få målingerne der overskrider det generelle MKK for PFOS. Udelukkende i bassin 4 overskrider gennemsnitskoncentrationen af PFOS det generelle MKK.

Summen af PFAS overskrider det foreslåede MKK for samtlige gennemsnitskoncentrationer i bassin 1-7, hvilket primært skyldes koncentrationerne af PFOA, PFOS, PFNA og PFDA.

Der ses ingen forskel i de målte koncentrationer af PFOS eller PFAS 24 mellem Fyn og Jylland. Der er en svag tendens, som indikerer at PFOS/PFAS ophobes i oplandet til bassinerne i tørre perioder, da der er målt generelt højere koncentrationer i udløbet efter nedbørshændelser.

³⁹ [European Commission - 2023 - COM\(2022\) 540 final](#)

På denne baggrund, bør man ved fremtidige prøvetagninger overveje hvorvidt man skal udtage prøver fra regnvandsbassiner til analyse for PFAS-stoffer, under forskellige vejlrig for at sikre et repræsentativt overblik over de egentlige udløbskoncentrationer.

De målte koncentrationer af PFOS er, sammenlignet med flere af de øvrige analyserede parametre, relativt stabile på tværs af de undersøgte bassiner. Dette er også gældende for PFOA, PFNA, PFHxA og de øvrige analyserede parametre.

For både PFOS og sum PFAS 24, vil en mindre fortynding medføre at MKK ikke overskrides i recipienten. Der er dog risiko i enkelte tilfælde for at MKK vil overskrides i recipienten, hvis den i forvejen forekommende koncentration er tæt på eller over MKK.

Det vurderes, at koncentrationen af PFAS-stofferne i udløbsvandet ikke udgør en betydelig risiko for at de respektive MKK for stofferne overskrides i ferskvandsrecipienterne som følge af udledning af vejvand fra våde regnvandsbassiner.

Man bør dog stadig inkludere PFAS i vurderinger, hvis der i forvejen er overskridelser i recipienten eller hvis der er en begrundet mistanke om forhøjede koncentrationer af PFAS, evt. som følge af en lokal forurening.

3.7 Næringsstoffer

3.7.1 Udløbskoncentrationer

Tabel 3.25: Mulige grænseværdier mellem god og moderat tilstand i vandløb for næringsstoffer⁴⁰

| Parameter | Makrofytter | Fytobenthos | Bentiske Invertebrater | Fisk |
|---------------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|
| Ammoniak+ammonium-N | - | - | 90 µg/l | 94 µg/l |
| Nitrit+nitrat-N | - | - | - | - |
| Orthophosphat-P | - | 56,67 µg/l | - | - |
| B15 | - | - | 1,4 mg/l | 1,26 mg/l |

Tabel 3.26: Koncentrationer af næringsstoffer fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over grænseværdien er markeret med **fed**.

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Ammoniak+ammonium-N | 40 (9-93) µg/l | 129,66 (20-310) µg/l | 36,33 (17-47) µg/l | 173,67 (61-310) µg/l | 83,33 (53-110) µg/l | 124,67 (25-280) µg/l |
| Nitrit+nitrat-N | 8,8 (5,7-11) µg/l | 205 (85-290) µg/l | 170,8 (2,5-330) µg/l | 207 (31-330) µg/l | 39,9 (9,7-72) µg/l | 53,4 (<5-150) µg/l |

⁴⁰ [DCE - 2019 - Fysiske og kemiske kvalitetselementer og understøttelse af god økologiske tilstand i vandløb](#)

| Parameter | Bassin 1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Bassin 6 | Bassin 7 |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Orthophosphat-P | 24,07 (6,2-41) µg/l | 7,83 (6,2-9,2) µg/l | 14 (10-21) µg/l | 12,33 (10-15) µg/l | 60,00 (40-98) µg/l | 28,67 (14-48) µg/l |
| B15 | 1,4 (1,1-1,8) mg/l | 3 (1,3-4,9) mg/l | 1,9 (1,4-2,6) mg/l | 2,7 (2,3-3,3) mg/l | 1,1 (0,8-1,5) mg/l | 2,5 (1,3-4,8) mg/l |

Tabel 3.27: Koncentrationer af næringsstoffer fra henholdsvis Fynske Motorvej og Silkeborg Motorvejen. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Bemærk, at der indgår data fra fire bassiner på Fyn og to bassiner i Jylland. Koncentrationer over grænseværdien er markeret med **fed**.

| Parameter | Fyn | Jylland | I alt |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ammoniak+ammonium-N | 94,9 (9-310) µg/l | 104 (25-280) µg/l | 97,9 (9-310) µg/l |
| Nitrit+nitrat-N | 147,9 (<5-330) µg/l | 46,67 (<5-150) µg/l | 114,2 (<5-330) µg/l |
| Orthophosphat-P | 14,56 (6,2-41) µg/l | 44,3 (14-98) µg/l | 24,48 (6,2-98) µg/l |
| B15 | 2,26 (1,1-4,9) mg/l | 1,8 (0,8-4,8) mg/l | 2,1 (0,8-4,9) mg/l |

Tabel 3.28: Koncentrationer af næringsstoffer fra hver prøvetagnings-scenarie. Min-max koncentrationer fremgår i parentes, såfremt der er målt koncentrationer over LOD. Koncentrationer over MKK er markeret med **fed**. Koncentrationer over grænseværdien er markeret med **fed**.

| Parameter | Før nedbør | Efter første nedbør | Efter kontinuerlig nedbør |
|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| Ammoniak+ammonium-N | 96,8 (17-280) µg/l | 58,3 (18-150) µg/l | 138,67 (9-310) µg/l |
| Nitrit+nitrat-N | 48,2 (<5-150) µg/l | 121,9 (5,7-260) µg/l | 172,4 (<5-330) µg/l |
| Orthophosphat-P | 36,4 (8,1-98) µg/l | 17,6 (6,2-40) µg/l | 19,5 (6,2-42) µg/l |
| B15 | 2,5 (1,2-4,8) mg/l | 2,4 (0,85-4,9) mg/l | 1,5 (1,1-2,5) mg/l |

3.7.2 Vurdering af udløbskoncentrationer

Da der ikke er fastsat egentlige miljøkvalitetskrav for næringsstoffer, anvendes i stedet de foreslåede grænseværdier for stofferne, der adskiller vandløb mellem god og moderat tilstand.

Der er store forskelle i udløbskoncentrationerne af næringsstoffer, både mellem bassinerne og mellem de enkelte målinger i bassinerne.

Det er derfor ikke muligt, at konkludere om der er betydelige forskelle mellem bassiner placeret på Fyn eller i Jylland, eller om nedbør påvirker udløbskoncentrationerne i betydelig grad.

På grund af de store variationer i udløbskoncentrationerne, er det kun muligt at konkludere, at der i perioder kan forekomme udledninger af relativt store mængder næringsstoffer til ferskvandsrecipienterne.

Det forventes ikke, at brug af veje i sig selv tilfører betydelige mængder næringsstoffer til vejvandet, hvorfor det vurderes at belastningen af bassinerne og de store udsving i udløbskoncentrationerne primært kan tilskrives aktiviteterne i oplandet til bassinerne.

Det er ikke muligt at vurdere hvorvidt tilførslen af næringsstoffer fra vejvand udgør en risiko for vandkvaliteten i ferskvandsrecipienterne og dermed hvorvidt udledningen kan forhindre målopfyldelse.

4 Konklusion

Dette projekt er relativt begrænset i dets omfang, hvorfor konklusionerne herfra udelukkende er vejledende. Yderligere analyser og et mere komplet datagrundlag, vil muligvis ændre på konklusionerne.

Der er for bassin 2-4 generelt set højere belastning eller lavere rensegrad for MFS end de øvrige undersøgte bassiner. Især forskellene fra bassin 1 er interessant, da bassinerne er placeret ved samme motorvejsstrækning og er anlagt samme år. Årsagen til dette er for nuværende ukendt. Der er desuden målt lavere udløbskoncentrationer for flere stoffer i de jyske bassiner. Om dette skyldes den trafikale belastning, bassinernes opbygning, det øvrige opland eller alderen af bassinerne vides ikke.

For alle stoffer med undtagelse af PAH-stoffer, BTEX-stoffer og næringsstoffer blev der observeret en svag tendens til forhøjede koncentrationer efter nedbør og især efter første nedbørshændelse. Dette understreger, at man ved fremtidige prøvetagninger bør udtage prøver under forskellige forhold, for at bedst muligt undersøge de generelle udløbskoncentrationer fra våde regnvandsbassiner.

Der er målt konsekvent lave koncentrationerne af phthalater og BTEX-stoffer på tværs af alle bassiner. Såfremt at denne sammenhæng kan påvises ved yderligere prøver fra flere bassiner og fra forskellige årstider, vurderes det ikke at være nødvendigt at inddrage disse stoffer som en fast del af analyser fra tilsvarende bassiner.

PAH-forbindelser bliver ligesom phthalater og BTEX-stoffer målt i relativt lave koncentrationer, men for disse stoffer er der målt flere overskridelser af MKK i de analyserede udløbsprøver. De højeste koncentrationer overskrider dog kun MKK med en faktor 3. På den baggrund vurderes det, at udløbskoncentrationerne af stofferne udgør en mindre risiko for at MKK overskrides i ferskvandsrecipienterne. PAH-forbindelsers tendens til at ophobes i sediment, medfører at, en påvirkning af sedimentet i ferskvandsrecipienterne ikke kan afvises.

Blandt de undersøgte metaller, blev kun nikkel og cadmium fundet i så lave koncentrationer at de gennemsnitlige udløbskoncentrationer ikke overskred det generelle MKK for nogle bassiner. De øvrige metaller, barium, bly, chrom, kobber, kviksølv og zink, overskred i større eller mindre grad MKK eller MKK Max.

Især udløbskoncentrationerne af kobber og zink udgør en betydelig risiko for at overskride MKK i ferskvandsrecipienterne. Dette skyldes i høj grad de høje koncentrationer og den høje andel af danske vandløb som i forvejen er belastet med kobber og zink i kritiske koncentrationer fra andre kilder.

Udløbskoncentrationerne af barium, bly, chrom og kviksølv er vurderet til at udgøre en risiko for at medføre overskridelser af MKK i ferskvandsrecipienterne, dog markant mindre end for kobber og zink på grund af de ift. miljøkvalitetskravet lavere koncentrationer og den generelt lavere belastning af danske vandløb fra andre kilder.

Der bliver fundet målbare koncentrationer af PFAS-stoffer i samtlige analyserede prøver. For nuværende er der udelukkende fastsat et MKK for PFOS. Kun i et enkelt bassin overskrider udløbskoncentrationerne MKK, men for flere af de øvrige bassiner ligger gennemsnitskoncentrationerne meget tæt på MKK. For PFAS 24 overskrider gennemsnitskoncentrationerne i PFOA-ækvivalenter fra alle bassiner det foreslåede MKK. Der er dog ikke tale om koncentrationer som overskrider MKK med mere end en faktor 3, hvorfor risikoen for at overskride MKK i

recipienten er stærkt korreleret med den i forvejen forekommende koncentration, som i de fleste tilfælde er ukendt.

Bisphenol A bliver målt i relativt lave koncentrationer, men i en enkelt måling er MKK overskredet. På den baggrund vurderes det, at udløbskoncentrationerne af bisphenol A udgør en mindre risiko for at MKK overskrides i ferskvandsrecipienterne.

6PPD-quinone blev fundet i målbare koncentrationer i alle målinger undtagen en. Der er endnu ikke fastlagt en bredt accepteret PNEC-værdi eller et miljøkvalitetskriterie for stoffet, men de fundne koncentrationer understreger vigtigheden af, at stoffets forekomst i og påvirkning af de danske vandløb og søer bør undersøges yderligere.

For næringsstoffer er det ikke muligt at vurdere hvorvidt påvirkningen af ferskvandsrecipienterne udgør en risiko for at forhindre målopfyldelse eller forringe tilstanden. Dette skyldes meget store variationer i de målte koncentrationer, hvorfor det ikke muligt at konkludere noget entydigt om udløbskoncentrationer, bortset fra at disse sandsynligvis er yderst påvirkelige i bassinernes oplande. Derfor bør målinger af udløbskoncentrationer altid kombineres med analyser af recipientens tilstand.