



VUDP PROJEKTRAPPORT

RegnKvalitet+

Effektiv vurdering af MFS i
regnvandsudledninger til brug for
udlednings- og tilslutningstilladelser





REGNKVALITET+

DATO: 18.08.2025

Projekt ID:

2024.19

Udgiver:

Jes Clauson-Kaas, HOFOR A/S

Udarbejdet af:

Trine Dalkvist, DHI A/S; Frida Viktor, DHI A/S; Dorte Rasmussen, DHI A/S

Finansiering:

Vejledningen er finansieret af

VUDP-Foreningen, Vandsektorens forening til forbedring af vandsektorens effektivitet og kvalitet

Samarbejdspartnere:

Virksomheder

HOFOR A/S, Envafor A/S, VandCenter Syd A/S, Horsens Vand A/S, FORS A/S, NOVAFOS A/S,
Københavns Kommune, Odense Kommune, ARWOS Spildevand A/S, Aarhus Vand A/S, Din
Forsyning A/S, Energi Viborg A/S



Indholdsfortegnelse

Sammenfatning	1
English summary	2
Introduktion	3
Marked og/eller anvendelsesmuligheder	4
Næste skridt	4
Formidlingsplan	5
Projektet	6
Formål	6
Output	7
Projektræsultater	8
Indledende projektræsultater	8
Datagrundlag – indsamling og udvælgelse	9
Valg af overfladetyper	10
Valg af parametre	11
Databehandling	15
Vurdering af opdateringens effekt på typetallene	20
Vurdering af opdateringens effekt på estimerede overskridelser af miljøkvalitetskrav	23
Demonstration og vurdering af RegnKvalitet 2.1 baseret på case stories fra blandede oplande	29
Konklusion	34
Litteraturliste	35
Bilag	36
Bilag A T-Test af om overfladetyperne for veje kan puljes	37
Bilag B Revideret bruttoliste af parametre i indsamlet data	40
Bilag C Grafisk fremstilling af typetal v MKK for overfladekategorierne	43
Bilag D Typetal beregnet i RegnKvalitet 2.1	51
Bilag E Brugervejledning til RegnKvalitet 2.1	54

Sammenfatning

I projektet RegnKvalitet+ er der i opdateringen af RegnKvalitet til version 2.1 gennemført en omfattende opdatering af både datagrundlag og metodik, som giver et væsentligt forbedret grundlag for vurdering af miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i regnvandsudledninger. Opdateringen omfatter bl.a. reviderede datasæt, nye statistiske beregninger, forbedret håndtering af værdier under detektionsgrænsen samt en mere konsistent vurdering af forureningsniveauer på tværs af overfladetyper. Overfladekategorier uden tilstrækkelige analysedata er udgået, og anvendelsen af depositionsdata er fremhævet som alternativ, hvor direkte målinger mangler.

Resultaterne viser, at mange MFS forekommer i koncentrationer, der overskrider gældende miljøkvalitetskrav (MKK) på tværs af de fleste overfladetyper. Særligt metaller som kobber, zink og bly samt organiske stoffer som PAH'er, bisphenol A og DEHP er identificeret som væsentlige udfordringer. De tidlige analyser peger på stigende koncentrationer af flere metaller og PAH'er i byområder, mens der for vejtrafikrelaterede kilder ses en faldende tendens for PAH'er – sandsynligvis som følge af teknologiske forbedringer og ændringer i materialebrug. Dette understreger, at regulering og teknologisk udvikling kan reducere belastningen, men også at problemerne langt fra er løst.

Et centralt budskab i rapporten er, at udfordringen med MFS i regnvand ikke er knyttet til enkelte sektorer, men er bredt forankret i samfundets materialeanvendelse og forbrug. Byggesektoren er ét eksempel, hvor anvendelsen af f.eks. zink og kobber fortsat bidrager til betydelige overskridelser, men problemstillingen findes tilsvarende i relation til produkter, trafik, pesticider og andre kilder. Dette viser, at MFS ikke i tilstrækkelig grad er indtænkt i eksisterende reguleringer.

Rapporten peger derfor på to nødvendige indsatsområder:

1. **Tekniske løsninger** – etablering af egnede renseløsninger til regnvand, især i følsomme områder, hvor risikoen for overskridelser er størst.
2. **Kildebegrænsning gennem regulering** – identificering og udfasning af de mest problematiske stoffer via både lokale virkemidler (fx lokalplaner) og national produkt- og materialeregulering.

Samlet set bidrager RegnKvalitet 2.1 med et mere robust og operationelt grundlag for både myndigheder og rådgivere. Værktøjet understøtter ikke blot en bedre vurdering af risikoen ved konkrete regnvandsudledninger, men giver også vigtig viden til den bredere diskussion om, hvordan samfundet kan håndtere miljøfarlige forurenende stoffer mere effektivt – både gennem tekniske tiltag og gennem regulering, der reducerer belastningen allerede ved kilden.

English summary

In the RegnKvalitet+ project, the update of RegnKvalitet to version 2.1 has included a comprehensive revision of both the data foundation and the methodology, providing a significantly improved basis for assessing hazardous substances (MFS) in stormwater discharges. The update covers revised datasets, new statistical calculations, improved handling of values below detection limits, and a more consistent evaluation of pollution levels across different surface types. Surface categories without sufficient analytical data have been removed, and the use of deposition data is highlighted as an alternative where direct measurements are lacking.

The results show that many hazardous substances occur at concentrations exceeding current Environmental Quality Standards (EQS) across most surface types. Metals such as copper, zinc, and lead, as well as organic pollutants including PAHs, bisphenol A, and DEHP, are identified as major challenges. Temporal analyses indicate increasing concentrations of several metals and PAHs in urban areas, while traffic-related sources show a declining trend in PAHs – likely due to technological improvements and changes in material use. This underlines that regulation and technological development can reduce pollution, but also that the challenges are far from resolved.

A central message of the report is that the issue of hazardous substances in stormwater is not limited to individual sectors but is broadly rooted in society's use of materials and products. The construction sector is one example where the continued use of zinc and copper still contributes to significant exceedances, but similar challenges arise from consumer products, traffic, pesticides, and other sources. This demonstrates that hazardous substances are not yet adequately integrated into existing regulatory frameworks.

The report therefore points to the two necessary areas of action:

1. **Technical solutions** – establishment of appropriate stormwater treatment measures, particularly in sensitive areas where the risk of exceedances is highest.
2. **Source control through regulation** – identification and phase-out of the most problematic substances, using both local measures (e.g. planning instruments) and national product and material regulation.

Overall, RegnKvalitet 2.1 provides a more robust and operational foundation for both authorities and consultants. The tool not only supports improved risk assessments of specific stormwater discharges but also contributes important knowledge to the broader discussion of how society can manage hazardous substances more effectively – both through technical interventions and through regulation that reduces pollution already at the source.

Introduktion

RegnKvalitet+ er et projekt udviklet med henblik på at forbedre vurderingen af regnvandskvalitet og håndtering af MFS og tungmetaller i separate regnvandsudledninger. I takt med at forsyninger investerer massivt i klimatilpasning, herunder separatkloakering af afløbssystemet, er der opstået stigende krav til dokumentation og vurdering af regnvandskvaliteten i forbindelse med at søge udledningstilladelse. Projektet har haft til formål at opdatere og forbedre det eksisterende RegnKvalitet-værktøj (RegnKvalitet 1.3) for at give forsyninger og kommuner et brugervenligt og lettilgængeligt redskab baseret på den nyeste viden.

I en afgørelse truffet af Miljø af Fødevareklagenævnet (afgørelse af 23. februar 2023, j.nr. 22/02461) er det blevet fastslået, at udledninger til en recipient ikke må medføre en forringelse af recipientens tilstand eller forhindre opfyldelse af de fastlagte miljømål. Afgørelsen har medført en ændring i praksis, hvor det ikke længere er tilstrækkeligt alene at stille funktionskrav til Bedste Tilgængelige Teknik (BAT). Regnvandsudledninger skal fremover vurderes på samme vilkår som øvrige udledninger. Der er fortsat usikkerhed blandt kommuner og forsyningsselskaber om, hvilke MFS der skal inddrages i forbindelse med udlednings- og tilslutningstilladelser for separate regnvandsudledninger, samt hvordan vurderingen af disse stoffer skal gennemføres.

Projektet har fokuseret på dataindsamling, udvikling af en opdateret beregningsmetode og koordinering med øvrige initiativer for at sikre ensartethed i datahåndtering. Den nye RegnKvalitet+ applikation tilbyder nu et opdateret datadrevet grundlag for vurdering af regnvandskvalitet, understøtter beslutningsprocesser om separatkloakering og bidrager til en mere effektiv planlægning og miljøforvaltning.

Projektets betydning for vandbranchen

Projektet har en væsentlig betydning for vandbranchen ved at imødekomme de stigende krav til vurdering af regnvandskvalitet i forbindelse med planlægning af separatkloakering. Kommuner og forsyninger har i højere grad behov for et datadrevet grundlag for at kunne vurdere og håndtere MFS i regnvand i planlægningsfasen. Med den opdaterede version af RegnKvalitet har branchen nu adgang til et mere fyldestgørende og opdateret værktøj, der kan bistå med:

- En bedre forståelse af overfladetypernes bidrag til MFS, og bedre forståelse af hvilke stoffer der kommer fra punktkilder og hvilke udledes fra mere diffuse kilder.
- Vurdering af, hvilke overfladetyper der kan ledes regnvand fra til separatkloakering uden yderligere tiltag, og hvor der vil være behov for rensning.
- Vurdering af hvilke MFS der er kritiske (udledningsskoncentration > Miljøkvalitetskrav (MKK))
- Optimering af myndighedernes beslutningsprocesser i forbindelse med udledningstilladelser ved at muliggøre opstilling af hvilke MFS, der skal inkluderes i udledningstilladelser samt mulighed for at vurdere udledningens betydning for vandområdets målopfyldelse.

Den opdaterede platform bidrager til en mere effektiv og ressourcebesparende arbejdsgang i branchen. Ved at samle og offentliggøre repræsentative data for hele Danmark skabes der et fælles grundlag for både planlægning af separatkloakering og udarbejdelse af tilladelser, hvilket reducerer det tids- og ressourceforbrug, der ellers ville være forbundet med individuelle dataindsamlinger. Dette vil give en mere ensartet og evidensbaseret tilgang til vurdering af MFS i regnvandsudledninger.

Marked og/eller anvendelsesmuligheder

RegnKvalitet 2.1 har potentiale til bred anvendelse i både kommuner, forsyningsselskaber og rådgivningsvirksomheder, der arbejder med klimatilpasning og regnvandshåndtering. Projektets resultater kan bruges til:

- **Planlægning af separatkløaking:** Ved at vurdere regnvandskvaliteten kan forsyninger bedre planlægge, hvor separatkløaking er mest hensigtsmæssig, og hvor yderligere rensning er nødvendig.
- **Optimering af renseindsatser:** Identifikation af hvilke stoffer, der kræver yderligere oprensning inden udledning.
- **Myndighedsarbejde:** Kommuner og statslige myndigheder kan anvende data til at udvikle forvaltningsplaner, som krævet i det nye EU Byspildevandsdirektiv, og til at understøtte afgørelser i forbindelse med udledningstilladelser.
- **National regulering:** De indsamlede data kan give grundlag for vurdering af, hvilke miljøfarlige forurenende stoffer der bør begrænses ved kildeopsporing eller produktregulering.

Med det øgede fokus på klimatilpasning og EU's skærpede krav til regnvandshåndtering vil RegnKvalitet 2.1 kunne spille en afgørende rolle i fremtidens beslutningsprocesser. Ved at styrke vidensgrundlaget og give adgang til en brugervenlig platform understøtter projektet en mere bæredygtig og effektiv forvaltning af regnvand, hvilket vil gavne både miljøet og de økonomiske ressourcer i vandbranchen.

Næste skridt

Efter projektets afslutning vil implementeringen omfatte:

- Applikationen RegnKvalitet 2.1 vil være offentlig tilgængelig via hjemmesiden (www.regnvandskvalitet.dk), hvilket giver brugere let adgang til vurdering af overfladeafstrømningens kvalitet fra forskellige overflader.
- Data vil være tilgængelige til videre brug i udvikling af digitale værktøjer og i innovationsprojekter, der fokuserer på overvågning af vandkvalitet, da alle baggrundsdata vil være offentligt tilgængelige på hjemmesiden.
- Der vil være præsentationer på konferencer og udgivelse af artikler for at sikre, at resultaterne og viden om applikationen når ud til relevante interessenter.
- Resultaterne fra projektet vil bidrage til mere viden om diffuse kilder og kan være med til at fremme den evidensbaserede tilgang til regulering af MFS. Dette vil være værdifuldt i dialogen med nationale myndigheder vedrørende diffuse bidrag af MFS og nødvendigheden af anvendelsesregulering af kemiske stoffer.

Disse initiativer skal sikre, at projektets resultater omsættes til praktisk anvendelse og understøtter en mere effektiv og vidensbaseret håndtering af regnvandskvalitet og klimatilpasning.



Formidlingsplan

Format	Info	Målgruppe	Deadline	Lokation	Afholdt
LinkedIn opslag	Info om projektet og dataindsamling	Vandsektoren	Q2, 2024	LinkedIn	X
LinkedIn opslag	Projektets resultater med link til applikation	Vandsektoren	Q3, 2025	LinkedIn	
Fysisk konference	Projektets formål og relevans	Vandsektoren	Q4, 2024	Dansk Vand Konference	X
Fysisk konference	Projektets resultater og konklusioner	Vandsektoren	Q4, 2025	Dansk Vand Konference	
Fysisk konference	Projektets perspektiver og slutresultater	International vandsektor	2025/26	IWA eller Novatech konference	
Hjemmeside	Projektets resultater, vejledning og applikation	Vandsektoren, myndigheder, rådgivere	Q2, 2025	Ny version af www.regnvandskvalitet.dk	
Nyhedsbrev/magasin	Artikel	Vandsektoren og kommuner	Q2, 2025	DANSKVAND og/eller Teknik & Miljø	
Magasin	Artikel	International vandsektor	2025/26	IWA-publikationer	

Projektet

Formål

Formålet med projektet RegnKvalitet+ er at forbedre vurderingen af MFS i separate regnvandsudledninger. Projektet har til hensigt at styrke forsyningers og myndigheders beslutningsgrundlag ved at opdatere det eksisterende RegnKvalitet-værktøj, så det afspejler den nyeste viden om regnvandskvalitet. Applikationen RegnKvalitet 2.1 har til formål at forbedre myndighedernes og forsyningernes grundlag for at vurdere potentielle risici ved udledning og nedsivning af regnvandsafstrømninger fra forskellige overflader og identificere, hvilke typer regnbetingede udledninger, der kan udledes, nedsives, eller som bør afledes til kloak – alternativt renses inden udledning. Projektet skal sikre et ensartet datagrundlag og en fælles databehandlingsmetode til beregning af typetal, klarlægge spredningen i data samt håndtering af analyseværdier under detektionsgrænsen (DL) og vægtning af prøvetagningsmetoder. Regnvandskvalitet er i rapporten relateret til miljøkvalitetskrav.

RegnKvalitet+ sigter mod at:

- Understøtte forsyningers og myndigheders beslutningsprocesser ved at samle og offentliggøre data i et brugervenligt værktøj til vurdering af regnvandskvalitet i forbindelse med separatkloakering og udledningstilladelser.
- Bidrage til en mere effektiv og ensartet håndtering af MFS i regnvand ved at tilvejebringe et solidt datagrundlag og belyse nødvendigheden af kildeopsporing og produktregulering.
- Sikre, at regnvandsudledninger vurderes ud fra den tilgængelige viden om MFS fra forskellige overfladetyper.
- Identificere, hvilke MFS der er kritiske i regnvandsudledninger fra forskellige overfladetyper.

Ved at udvikle et opdateret og tilgængeligt beslutningsværktøj vil RegnKvalitet+ bidrage til en mere målrettet og bæredygtig regnvandshåndtering, der både beskytter vandmiljøet og understøtter klimatilpasningsindsatsen i Danmark.

I projektet er der fokuseret på kvaliteten af hverdagsregn, idet viden om regnvandssammensætningen under skybrud er stærkt begrænset og forventes at være stærkt fortyndet i forhold til hverdagsregn. For skybrudsvand er den væsentligste problematik af hydraulisk karakter i en relativ kort periode. Kvaliteten af hverdagsregn kan have mere varig betydning for vandområdet eller miljøet.

Projektet er afgrænset til regnvandsudledninger. Dermed er karakterisering og miljøvurdering af opspædet spildevand ikke inkluderet i projektet. Analyseprøver, der mistænkes for at være spildevandspåvirkede, er ligeledes ikke inkluderet i RegnKvalitet.

For at sikre værktøjets relevans og skabe fælles retningslinjer har projektet koordineret sit arbejde med Miljøstyrelsen, der har godkendt beregningsmetoderne fremlagt i denne rapport og inkluderet i www.regnvandskvalitet.dk. Af samme årsag vil rapporten ikke omhandle en vurdering af renseteknologier til rensning af regnvand, men vil henvise til projektnetværket 'Vandkvalitet der BAT'er /1/ ([Kvalitet af regnafstrømning](#)) hvor datablade for en lang række teknologier er tilgængelige og opdateres løbende. RegnKvalitet 2.1 kan fungere som referenceværktøj for beregning af MFS-koncentrationer i regnvandsudledninger og vil bidrage med opdateret viden om problematiske stoffer fra både punktkilder og diffuse kilder. Fokus er at samle og offentliggøre data samt understøtte evidensbaserede beslutningsprocesser i forsyninger og myndigheder.

Output

- Opdatering af RegnKvalitet 2.1 applikationen www.regnvandskvalitet.dk.
- Et opdateret datagrundlag for MFS i regnvandsudledninger hvor analysedata fra separate regnvandsudledninger er indsamlet fra hele Danmark.
- Nye beregningsmetoder koordineret med Miljøstyrelsen, der arbejder mod at kunne referere til RegnKvalitet 2.1 værktøjet i MST's vejledning til håndtering og regulering af regnvandsudledninger.
- Offentlig adgang til projektets data til videre forskning og digitale værktøjer.
- Formidling af projektets resultater via nationale og internationale konferencer og publikationer.
- Understøttelse af evidensbaseret regulering og beslutningsprocesser i vandsektoren.

RegnKvalitet 2.1 kan for eksempel anvendes i forbindelse med planlægning af fremtidige separatkloakerede udledninger, hvor det ikke er muligt at fortage analysemålinger af den reelle regnvandsudledning, før projektet med separatkloakering er udført. Her kan værktøjet anvendes til at estimere kvaliteten af regnvandsudledningen baseret på indsamlede analyseværdier i applikationen samt information om regnvandsudledningens afvandingsområde.

Værktøjet giver et overblik over kvaliteten af regnvandsafstrømningen fra forskellige overflader (f.eks. veje med forskellig trafikbelastning, tage af forskellige materialer, bolig og industriområder) under hverdagsregn. I værktøjet er det muligt at:

- Estimere koncentrationer af udvalgte MFS i regnvandsudledninger. Stoffernes typetal for de enkelte overfladetyper er udregnet på baggrund af det geometriske gennemsnit af de indsamlede analysedata. Disse er beregnet for hhv. de seneste 10 år og på baggrund af alle datapunkter fra alle år. Desuden er der opstillet en række statistiske parametre for hvert typetal for at give information om spredningen i data, samt antagelsen om log-normalfordeling.
- Ud fra oplysninger om sammensætningen af oplandet til regnvandsudledningen estimerer værktøjet koncentrationerne af MFS i regnvandsudledningen. Dette gøres ud fra oplysninger om det reducerede areal på baggrund af det samlede areal af oplandet, typiske befæstelsesgrader og typiske afløbskoefficienter for de forskellige overfladetyper samt på baggrund af den årlige nedbørsmængde.
- Applikationen sammenholder koncentrationerne for de enkelte stoffer med pågældende miljøkvalitetskrav eller kriterier for marint vandområde, ferskt vandområde og grundvand og oplyser risikofaktoren beregnet som Beregnet koncentration/Miljøkvalitetskravet. Ved værdier over 1 vurderes udledningen som potentiel kritisk.

Beregningerne er beskrevet i de indledende faneblade i selve værktøjet. I afsnittet 'Datagrundlag – indsamling og udvælgelse' samt 'Databehandling' er datagrundlaget samt beregningsmetoderne beskrevet i yderligere detaljer.

DHI A/S har ejendoms- og ophavsrettighederne til værktøjet RegnKvalitet. Værktøjet er offentligt tilgængeligt og kan downloades fra hjemmesiden www.regnvandskvalitet.dk. DHI A/S kan ikke gøres ansvarlig for nogen form for tab af fortjeneste, indtægter eller indirekte skader, som opstår på grund af eller i forbindelse med anvendelsen af RegnKvalitet og den tilhørende rapport.



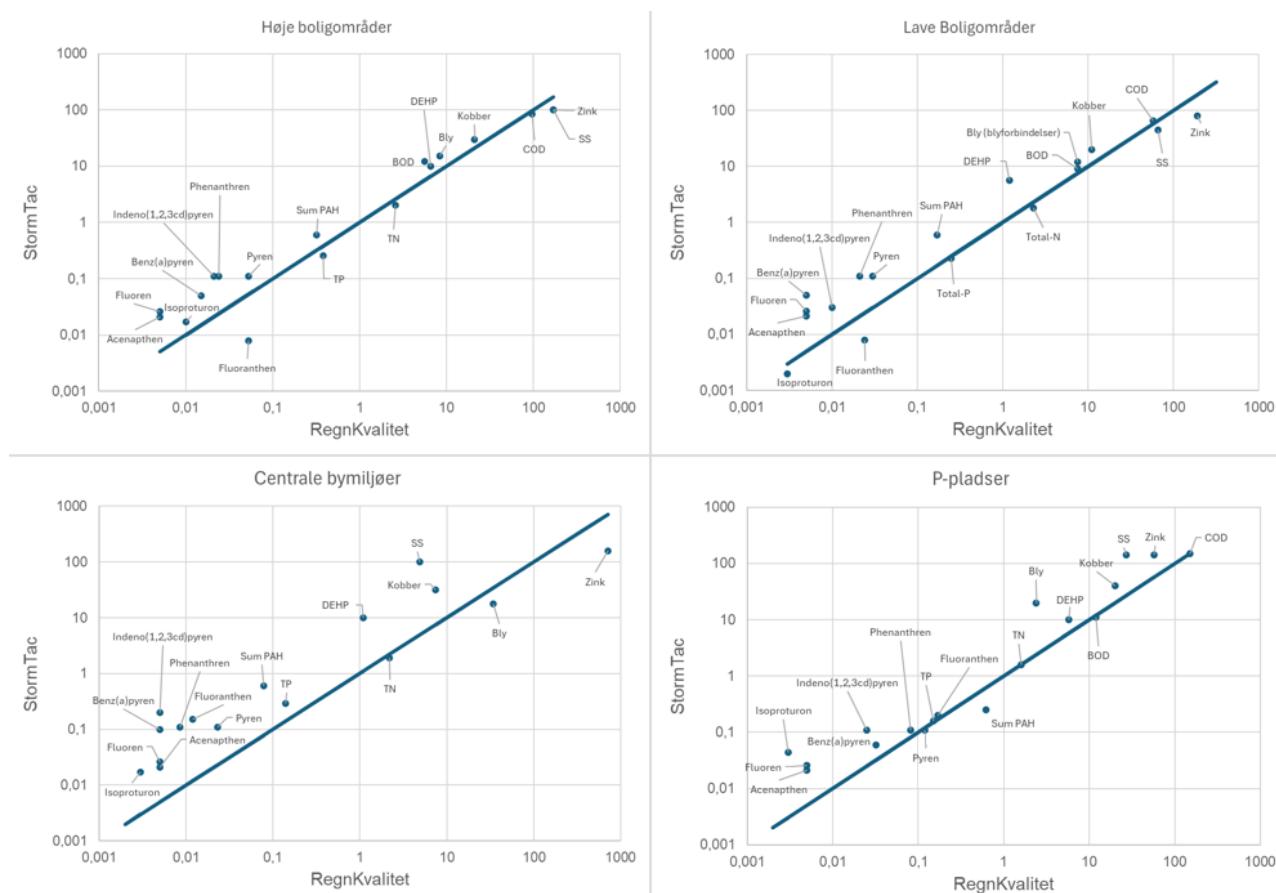
Projekresultater

Indledende projekresultater

Typetallene fra The National Stormwater Quality Database (NSQD) /2/ og StormTac /3/ blev indledningsvist vurderet og sammenlignet med RegnKvalitet 1.3 for at vurdere om, det ville være forsvarligt at udbygge RegnKvalitet med data fra de omfattende databaser.

StormTac oplyser typetallene som medianværdier fra flowproportionale prøver taget over en længere periode, der kan være justeret ud fra ekspertvurderinger. Databasen inkluderer omkring 70 parametre, hvoraf 60 er MFS. Overfladetyperne er opdelt i flere kategorier end for RegnKvalitet. Ved sammenligning af typetallene er der taget udgangspunkt i enslydende overfladetyper.

Ved sammenligning af typetallene fra RegnKvalitet 1.3 med typetallene fra StormTac, blev det observeret, at StormTac generelt rapporterer højere typetal. Figur 1 viser et udvalg af de sammenligninger, der blev foretaget og inkluderer fire overfladetyper; høje boligområder, lave boligområder, centrale bymiljøer og P-pladser. Det generelle billede viser, at MFS har højere typetal i StormTac, på trods af at RegnKvalitet 1.3 benytter 75% fraktilen.



Figur 1 Sammenligning af typetal fra StormTac og RegnKvalitet 1.3. Overfladetyperne, der er sammenlignet, er Multi-family area (StormTac) v Høje boligområder (RegnKvalitet 1.3), Residential area (StormTac) v Lave boligområder (RegnKvalitet 1.3), Downtown area (StormTac) v Centrale bymiljøer (RegnKvalitet 1.3) samt Parking (StormTac) v P-pladser (RegnKvalitet 1.3). Ved værdier over den diagonale linje er typetallet fra StormTac højere end typetallet for RegnKvalitet 1.3.

NSQD konkluderer i overensstemmelse med disse analyser, at overfladetype og arealanvendelse er overvejende faktorer, der påvirker variationen i typetallene og understøtter vigtigheden af at anvende lokale data til beregning af typetal i regnvandsudledninger.

Udenlandske undersøgelser viser ofte større intervaller i koncentrationerne, end det ses i danske undersøgelser bl.a. på grund af andre nedbørsforhold, mindre/større deposition, andre byggematerialer til huse, veje, tage, facader m.m. samt forskelle i prøvetagnings- og analysemetoder. I RegnKvalitet 1.3 er der i mindre omfang medtaget udenlandske undersøgelser. Udenlandske data har kun været medtaget hvor der har været få danske data for en bestemt overfladetype, og hvor det er vurderet, at kvaliteten af undersøgelserne har været sammenlignelige med de danske.

Datagrundlag – indsamling og udvælgelse

På baggrund af de indledende analyser er der i projektet valgt kun at inddrage data fra Danmark i opdateringen af RegnKvalitet 2.1.

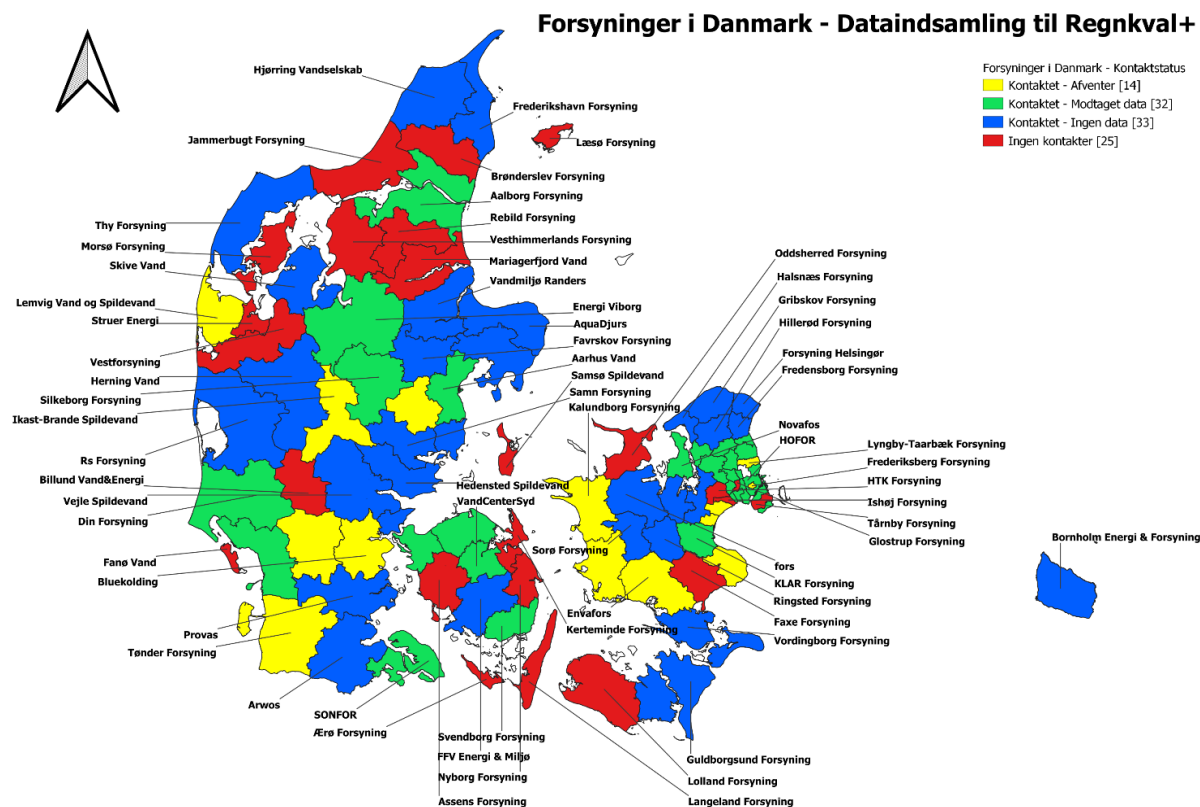
For at anskaffe analysedata fra regnbetingede udledninger er danske kommuner og forsyninger blevet kontaktet direkte gennem projektets samarbejdspartnere og adspurg om analysedata. Ved positiv tilbagemelding har projektet indhentet information om oplandet for at sikre, at den regnbetingede udledning ikke er spildevandspåvirket, eller påvirket af forbehandling/rensning samt, at oplandet kun dækker en oplandstype. Ved flere oplandstyper har projektet indsamlet analyserne til brug ved test af analyseværktøjet.

Udover den direkte henvendelse har projektet bl.a. benyttet sig af LinkedIn opslag, hvor også Miljøstyrelsen (MST) har støttet op og delt opslag, lavet aftale med Eurofins om at sende en one-pager om projektet ud sammen med deres analyserapporter. DANVA og KL er blevet kontaktet og har delt oplysninger om projektet og projektets one-pager. Herudover har projektdeltagerne præsenteret projektet på en række forsamlinger og på konferencer og har opfordret til at dele analysedata fra regnbetingede udledninger med projektet. Igennem samarbejdet med MST og deres projektpartnere WSP og AAU, har projektet udvidet dets kontakthorisont yderligere.

Figur 2 illustrer fordelingen af de indsamlede analysedata på tværs af de danske regioner.

RegnKvalitet er også blevet opdateret ved at inkludere depositionsdata fra Danmark, hvor NOVANA data fra 2015 og frem er blevet integreret i værktøjet. Der er tidligere inkluderet referencer med data for våddeposition i Danmark. Våddeposition sker som følge af samfundets aktiviteter og opsamles i nedbøren. Opløste stoffer, gasser og partikler fanges af regndråber og afsættes på landjorden, vandoverflader, planter, bygninger, veje m.m. Tørdeposition er partikler og gasser, der afsættes direkte på overflader. Ofte måles depositionen som 'bulk deposition', der er summen af våddeposition og støvnedfald i måleperioden. Det indgår således både tørvejs- og nedbørsperioder i måleprogrammer, der omfatter 'bulk deposition'. Depositionsmålinger er et udtryk for baggrundsbelastningen og dermed regnvandssammensætningen, umiddelbart inden regnvandet rammer overflader, hvorfra der kan ske afsmitning. I opdateringen af RegnKvalitet har vi valgt at tilføje våddepositionsdata opgjort for hele Danmark. Med afsæt i de indledende analyser, der viste at der kan forekomme stor variation hvis globale data anvendes, er der i opdateringen kun valgt at inkludere danske analysedata i RegnKvalitet.

Til værktøjet er der tilknyttet en referenceliste, hvor alle referencer kan identificeres. Hver reference har et referencenummer, som også er angivet i fanebladene med rådata i det elektroniske værktøj, så det er muligt at se, hvilke referencer der danner grundlag for de enkelte datasæt, samt de enkelte analysekoncentrationer der danner grundlag for de beregnede typetal og tilhørende statistik for de enkelte parametre, der indgår i RegnKvalitet 2.1.



Figur 2 Danske kommuner og spildevandsforsyninger inddelt efter respons på forespørgsler om analyser af regnbetingede udledninger. **Rød:** Ikke direkte kontaktet. **Blå:** Kontaktet, men uden relevant analysedata. **Gul:** Kontaktet, men har ikke responderet. **Grøn:** Kontaktet og har indsendt analysedata.

Valg af overfladetyper

Tidligere har overfladetyperne 'Haver, græs- og grusarealer med dræn til kloak', 'Grønne tage', 'Tilkørselsveje og p-pladser til lastbiler fx ved transportcentre, omlastningscentre, erhvervsområder' benyttet depositionsdata til estimering af MFS i regnvandsudledninger herfra. Desuden er PAH, bisphenol A og pesticider for veje > 15.000 også baseret på depositionsdata. I opdateringen har vi, for at undgå misforståelser med hvor analysedata stammer fra, valgt at benævne deposition særskilt og således ikke inddrage depositionsdata i andre overfladetyper.

De resterende overfladetyper fra RegnKvalitet 1.3 er bibeholdt. Tabel 1 indeholder den komplette liste af overfladetyper medtaget i RegnKvalitet 2.1. Opdelingen i overfladetyper er inspireret af metoder anvendt i Tyskland og Sverige, hvor der er blevet fokuseret på forureningen af overfladeafstrømningen fra veje, og det er valgt at inddele forureningsgraden efter den daglige trafikbelastning målt som årsmiddelværdier.

Som led i opdateringen af RegnKvalitet blev det undersøgt, om antallet af overfladetyper inden for kategorien 'veje' kunne reduceres. For hver parameter blev data for en vejtype sammenlignet med de øvrige ved hjælp af en t-test. Nulhypotesen om ens middelværdi og varians blev forkastet ved et signifikansniveau på 0,05, hvis vejtyperne ikke kunne sammenslås. Resultaterne fremgår af Tabel 1 i Bilag A, hvor rød markering indikerer forkastelse af nulhypotesen, og grøn markering angiver, at den accepteres.

Analysen viser, at en generel sammenlægning af alle vejtyper i én kategori ikke er hensigtsmæssig. Især de største vejtyper med ÅDT > 15.000 køretøjer (Veje_4) adskiller sig signifikant fra de øvrige. Derfor er der foretaget en særskilt vurdering af, om Veje_1 (ÅDT < 500), Veje_2 (ÅDT 500–<5.000) og Veje_3 (ÅDT 5.000–<15.000) kan sammenlægges. Resultaterne fremgår af Tabel 2 i



Bilag A. Analysen indikerer, at sammenskrivning kan være mulig for enkelte stoffer, men at variationen mellem vejtyperne generelt er for stor til at anbefale en samlet kategori.

De indsamlede data har vist overensstemmelse med kategorierne i RegnKvalitet 1.3, og vi har ikke set det nødvendigt at udvide med flere kategorier.

Tabel 1 Beskrivelse af overfladetyper i RegnKvalitet 2.1. Beskrivelserne stammer fra referencer med måledata for overfladeafstrømning (www.regnvandskvalitet.dk).

Overfladetype	Beskrivelse
Deposition	Atmosfærisk deposition opdeles i tør og våd deposition. Bulk deposition inkludere både tør og våd deposition. I opdateringen er der tilføjet data for våd deposition fra 2015 og frem.
Centrale bymiljøer	Centrale bymiljøer ofte med ældre byhuse og større historiske bygninger, hvor kobber ofte er en del af tagkonstruktionen.
Kunstgræsbaner med dræn	Arealer med kunstgræs og gummimåtter, f.eks. legepladser og fodboldbaner.
Tage med kobber	Tage af beton, tegl, sten, skifer, fiber cement, eternit, tagpap, glas, plast med kobbertagrender, -nedløb eller -inddækninger.
Tage med zink	Tage beton, tegl, sten, skifer, fiber cement, eternit, tagpap, glas, plast med zink tagrender, zink nedløb eller zink inddækninger.
Tage af andre materialer	Tage af andre materialer end zink, kobber og bly, f.eks. beton, tegl, sten, skifer, fiber cement, eternit, tagpap, glas og plast.
Veje (ÅDT <500 køretøjer)	Veje med trafikbelastning på mindre end 500 køretøjer/døgn, f.eks. villaveje, tilkørsels-, adgangs- og landeveje.
Veje (ÅDT 500 - < 5.000 køretøjer)	Veje med trafikbelastning på 500-5.000 køretøjer/døgn, f.eks. hovedveje og veje med tung trafik.
Veje (ÅDT 5.000 - < 15.000 køretøjer)	Veje med trafikbelastning på 5.000-15.000 køretøjer/døgn, f.eks. hovedveje og veje med tung trafik.
Veje (ÅDT >15.000)	Veje med trafikbelastning på mere end 15.000 køretøjer/døgn, f.eks. motorveje.
P-pladser	P-pladser med mere end 80 pladser og hyppig udskiftning af biler, f.eks. shopping centre og erhverv.
P-pladser for busser og lastbiler	Parkerings- og omlastningspladser for busser og lastbiler, rastepladser med bus- og lastbiltrafik.
Industriområder	Industriområder med blandet industri, f.eks. kontor, produktion, handel og transport.
Oplagspladser til skrot og affald	Oplagspladser (blandet skrot, affald), affaldssortering, genbrugsstationer.
Lave boligområder	Villaområder/parcelhuskvarterer, inklusive villaveje.
Høje boligområder	Høje boligområder med lejlighedskomplekser, kontorer og institutioner, inkl. mindre veje og tilhørende p-pladser

Valg af parametre

I Bilag B Tabel 1 er en revideret bruttolisten af parameter med analyseværdier opgivet med angivelse af antal analyser fordelt på overfladekategorierne. Indsamlet data, der er vurderet at være påvirket af rensning eller spildevand, er ikke inkluderet i bruttolisten. Ud fra bruttolisten er

der lavet en praktisk anvendelig liste over prioriterede indikatorparametre på 136 parametre og >9.900 analysedata. I denne liste er der kun medtaget relevante parametre for danske regnvandsudledninger. Det blev vedtaget i projektgruppen at for en parameter kan inkluderes i opdateringen af RegnKvalitet, skal den forekomme med mere end to analyseresultater for mindst én overfladetype samt enten have et fastsat miljøkvalitetskrav eller tidligere have været inkluderet i RegnKvalitet 1.3. De udvalgte parametre repræsenterer således ikke en liste over kritiske stoffer, men afspejler de relevante parametre for regnvandsudledninger, som der aktuelt foreligger data for.

I Bilag B viser tabellen antal analyseresultater for hver overfladetype. Parametre der opfylder de opstillede kriterier er markeret med mørkegrøn i kolonne 'Antal overfladetyper med >2 prøver'. Den lysegrønne farve indikerer at der er >2 analyseresultater for den pågældende overfladetype. I tabellen er det medtaget om der findes MKK (miljøkvalitetskrav), samt om parameteren er med i RegnKvalitet 1.3. Rækker markeret med orange er parametre der ikke møder kriterierne og indgår dermed ikke i RegnKvalitet 2.1.

Undtagelser er lavet for PFAS, der kun optræder for overfladetyperne 'Deposition'. Listen af PFAS tager udgangspunkt i Miljøstyrelsens miljøkvalitetskriterie (VKK) for PFAS 24 /4/. Medtaget i RegnKvalitet 2.1 er 'Sum PFAS', der er summen af de tilgængelige analyseresultater af de 24 PFAS, beregnet som PFOA-ækvivalenter beskrevet i Miljøstyrelsens VKK. Derudover er PFOA, PFOS, PFHxS og PFNA medtaget, samt summen af disse 4 PFAS. Jern er ligeledes inkluderet i opdateringen, da det ofte er en parameter som vandområder vurderes på.

På baggrund af disse kriterier er værktøjet udvidet med 37 parametre og omfatter i alt 68 parametre fordelt på almindelige spildevandsparametre, næringssalte, metaller, PAH, phthlater, pesticider, phenoler, PFAS og øvrige stoffer. Fordelingen af flowproportionelle (inkluderer tids- og mængdeproportionelle, sorbiceller, regnhændelser) og stikprøver er med opdateringen ændret fra 51% til 57%.

Tabel 2 viser tilvæksten i antal analyser for hver parameter for hver overfladetype. Den blå farve indikerer, at parameteren ikke tidligere har været inkluderet i RegnKvalitet, rød at der ikke er tilføjet analyseresultater, grøn viser den skalerede tilvækst. Den største tilvækst i analyseresultater er at finde for næringsstoffer, metaller og PAH'er. Opdateringen af RegnKvalitet har i alt tilføjet 4755 analyseresultater til RegnKvalitet 2.1, der indeholder > 9900 analyseresultater, fordelt på 68 parametre og 16 overflade kategorier.

I opdateringen er der ikke blevet tilføjet data for overfladetyperne 'Tage med zink', 'Grønne tage', 'Oplagspladser', og 'Haver med græsarealer med dræn'. Da der i forvejen ikke fandtes analysedata i overflade kategorierne 'Grønne tage' og 'Haver med græsarealer med dræn', er disse kategorier udgået af RegnKvalitet. I stedet anbefales det at vurdere om depositionsdata kan anvendes som alternativt grundlag. Det skal dog understreges, at faktiske koncentrationer kan afvige fra depositionsdata – både i form af højere og lavere værdier. Depositions data indgår med egen overflade kategori og benævnes 'Deposition'.

Overflade kategorien 'P-pladser for busser og lastbiler', har i opdateringen fået analysedata og der benyttes derfor ikke længere depositionsdata for denne overfladetype. Da der i opdateringen af RegnKvalitet er blevet fokuseret på at anvende danske analysedata, optræder '-1' for phthlater'ne BBP, DBP og DEHP for overfladetyperne 'Deposition'. Dette skyldes at de i alt fire canadiske og franske analysepunkter for deposition ikke er medtaget i opdateringen. Ud over phthlater var der i version 1.3 også et analysepunkt for glyphosat, der ikke længere optræder i RegnKvalitet.



Tabel 2 Tilvækst i analyseværdier for hver overfladetype og parameter

	Centrale bymiljøer	Høje boligområder	Lave boligområder	Tage med kobber	Tage med zink	Tage af andre materialer	Veje ÅDT < 500	Veje ÅDT 500-5000	Veje ÅDT 5000-15000	Veje ÅDT > 15000	P-pladser	P-pladser store biler	Industriområder	Oplagspladser	Kunstgræsbaner	Deposition	Sum dif (parameter)
Parametre og næringssalte																	
Konduktivitet	0	0	9	0	0	0	1	3	4	8	0	0	0	0	0	0	25
SS	2	0	70	0	0	0	15	18	20	16	6	7	0	0	2	0	156
BOD	2	0	8	0	0	0	2	0	4	7	0	3	0	0	0	0	26
COD	2	0	37	0	0	0	16	0	4	10	0	8	0	0	0	0	77
TN	0	0	72	0	0	0	16	16	20	11	5	7	0	0	0	45	192
TP	2	0	90	0	0	0	21	17	20	20	6	9	14	0	2	0	201
Metaller																	
Arsen total	1	0	6	0	0	0	0	0	0	18	0	0	2	0	2	9	38
Arsen filtreret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	2	0	18
Barium	1	0	1	0	0	0	0	13	16	4	0	8	2	0	0	0	45
Bly (Pb)	25	1	40	2	0	3	11	19	19	14	6	8	2	0	3	8	161
Bly (Pb) filtreret	7	0	44	0	0	0	19	16	18	10	5	7	14	0	0	0	140
Cadmium (Cd)	9	1	40	2	0	3	26	19	19	14	6	8	2	0	3	9	161
Cadmium (Cd) filtreret	4	0	30	0	0	0	1	15	18	13	5	8	2	0	0	0	96
Chrom (Cr)	9	1	40	2	0	3	25	19	19	10	6	0	2	0	5	9	150
Chrom (Cr) filtreret	4	0	48	0	0	0	1	15	18	6	5	8	21	0	2	0	128
Jern total	21	0	28	0	0	0	0	11	16	7	1	0	0	0	0	9	93
Jern, Fe, filt	0	0	11	0	0	0	0	14	16	0	0	0	11	0	0	0	52
Kobber (Cu)	26	1	39	2	0	3	28	19	19	20	6	0	0	0	5	7	175
Kobber (Cu) filtreret	8	0	50	0	0	0	1	15	18	16	5	8	23	0	2	0	146
Kviksølv	4	0	30	0	0	0	0	0	0	6	6	8	2	0	0	0	56
Kviksølv filtreret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
Nikkel (Ni)	9	1	40	2	0	3	26	19	19	20	6	0	2	0	5	9	161
Nikkel (Ni) filtreret	4	0	44	0	0	0	1	15	18	16	5	8	17	0	2	0	130
Vanadium	2	1	4	0	0	3	3	3	1	4	0	8	2	0	3	0	34
Vanadium, V, filt	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	8	0	0	0	0	19
Zink (Zn)	27	1	40	2	0	3	29	19	19	20	6	0	2	0	5	9	182
Zink (Zn) filtreret	4	0	49	0	0	0	2	15	18	16	5	8	21	0	2	0	140
PAH																	
1-Methylnaphthalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13	17
2-Methylnaphthalen	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	14	22
Acenaphthen	5	0	31	0	0	0	3	16	18	13	6	4	0	0	0	11	107
Acenaphthylen	5	0	29	0	0	0	3	16	18	10	6	0	0	0	0	14	101
Anthracen	6	0	30	0	0	0	3	16	18	10	6	1	2	0	0	9	101
Benzen	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	9
Benzo(a)anthracen	5	0	29	0	0	0	5	16	18	10	6	0	0	0	0	13	102
Benzo(a)pyren	6	0	32	0	0	0	5	16	18	13	6	5	2	0	0	16	119
Benzo(b+j+k)fluoranthren	5	0	8	0	0	0	5	16	18	13	6	0	0	0	0	18	89
Benzo(g,h,i)perylen	5	0	31	0	0	0	5	16	18	13	6	0	0	0	0	17	111
Chrysen	5	0	28	0	0	0	0	16	18	0	6	0	0	0	0	0	73
Chrysen/ Triphenylen	0	0	1	0	0	0	5	0	0	10	0	0	0	0	0	17	33
Dibenz(a,h)anthracen	5	0	29	0	0	0	5	16	18	10	6	0	0	0	0	13	102
Ethylbenzen	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	9
Fluoranthren	6	0	32	0	0	0	5	16	18	13	6	5	2	0	0	16	119
Fluoren	5	0	31	0	0	0	3	16	18	13	6	4	0	0	0	15	111
Indeno(1,2,3-cd)pyren	5	0	31	0	0	0	3	16	18	13	6	0	0	0	0	17	109
Naphthalen	6	0	30	0	0	0	5	16	18	10	6	0	2	0	0	16	109
Phenanthren	5	0	31	0	0	0	5	16	18	13	6	4	0	0	0	17	115
Pyren	5	0	31	0	0	0	5	16	18	13	6	5	0	0	0	18	117
Toluen	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	9
Phthlater																	
BBP (Benzylbutylphthalat)	0	0	2	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	-1	11
DBP (Dibutylphthalat)	0	0	2	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	-1	11



DEHP	4	0	8	0	0	0	0	11	2	9	0	5	2	0	0	-1	40
DEHA	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Pesticider																	
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	8
AMPA	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	5
Bentazon	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	9
Glyphosat	1	0	3	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	9
Isoproturon	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7	11
Prosulfocarb	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	20
Terbutryn	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Mechlorprop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenoler																	
2,4-dichlorphenol	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
4-n-nonylphenol	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Bisphenol A	0	0	2	0	0	0	0	3	11	2	0	0	4	0	0	0	22
Nonylphenoler	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	0	0	0	13
NPE	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pentachlorphenol	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Kulbrinter																	
Sum af xylener (o-, m- og p-xilen)	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	3	0	0	0	0	8
PFAS stoffer																	
PFOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
PFOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
PFHxS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
PFNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sum 4 PFAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sum PFAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Øvrige stoffer																	
LAS	1	0	1	0	0	0	1	11	0	0	0	2	2	0	0	0	18
Trichlorpropylphosphat	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Tri-n-butyl-phosphat	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Triphenylphosphat	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
TCPP	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Sum diff (overflade)	264	7	1362	12	0	21	322	655	637	496	180	193	167	0	45	394	4755

Blå farve indikerer at parameteren ikke tidligere har været inkluderet i RegnKvalitet. Rød viser ingen tilvækst, lys-mørkegrøn viser skaleret tilvækst

For parametre som phthlater, bisphenol A, pesticider og PFAS findes der kun begrænsede danske analysedata for regnvandsafstrømning på tværs af overfladetyper. Der bør derfor være mere fokus på at analysere regnvandsafstrømning for disse parametre med henblik på at klarlægge, hvorvidt de udgør et problem i forhold til regnvandsudledninger.

Saltholdighed er et generelt fysisk-kemisk kvalitetselement, som sammen med andre kvalitetselementer, f.eks. pH, ilt, temperatur m.m., skal indgå i vurderingen af et vandområdes økologiske tilstand. I regnvand måles salt typisk enten som klorid eller som ledningsevne. Begge parametre kan med en vis tilnærmelse omregnes til en saltkoncentration (NaCl). Salt indgår ikke i parameterlisten, fordi måleresultater er stærkt påvirkede af vejsaltning, nedbørsvariationer, trafikbelastning m.m. I forbindelse med vurdering af saltindhold i regnvandsudledningen henviser vi til Miljøstyrelsens gældende retningslinjer, gældende praksis samt til lokale forhold og krav.

Forekomsten af bakterier i regnvand fra befæstede arealer er kun sparsomt undersøgt. Fordi der kun findes få koncentrationsdata for coliforme bakterier, E. coli og enterokokker i regnvand, indgår der ikke mikrobiologiske data i screeningsværktøjet. Fejlkoblinger til separate regnvandsledninger kan være årsagen til høje værdier. Derfor er det vigtigt at kontrollere regnvand for E. coli og enterokokker, hvis det udledes til rekreative områder eller nær bade steder. Høje forekomster af E.coli og enterokokker i regnvand kan også skyldes f.eks. ekskrementer fra hunde, fugle, rotter og andre dyr, og mange coliforme bakterier er naturligt forekomne i vand og jord. Man skal derfor være varsom med at bruge disse parametre alene til at vurdere forekomsten af fejlkoblinger.

Databehandling

Vægtning af prøvetagningsmetode

Forskellige prøvetagningsmetoder er anvendt i de indsamlede analyser, der inkluderer stikprøver, flowproportionale, mængdeproportionale, sorbiceller og sammenblandede stikprøver fra en regnhændelse. Det vurderes at stikprøver er forbundet med større usikkerhed, da koncentrationerne kan variere betydeligt under en regnhændelse. Det betyder, at en stikprøve tilfældigt kan være taget på et tidspunkt med enten høj eller lav koncentration. De resterende metoder vurderes til bedre at repræsenterer de gennemsnitlige flowkoncentrationer af MFS under en regnhændelse. Derfor er analysedata fra disse prøvetagningsmetoder vægtet med en faktor 10 i forhold til enkeltstående stikprøver i opdateringen af RegnKvalitet.

For at vurdere betydningen af vægtningsfaktoren er faktorer på 1, 5 og 10 testet på et udsnit af de indsamlede analysedata. Tabel 3 viser effekten af en vægtningsfaktor på 10. Tallene i tabellen viser den relative forskel i forhold til ingen vægtning for 75% fraktilen. Tabellen illustrerer, at vægtningen har stor betydning for visse kombinationer af overfladetyper og parametre, mens den i mange andre tilfælde kun har en marginal effekt.

I datasæt, hvor stikprøver udgør en væsentlig andel af de samlede observationer, har valget af vægtningsfaktor stor indflydelse på resultaterne. Omvendt er betydningen af vægtningsfaktoren begrænset i tilfælde, hvor stikprøver kun udgør en mindre del af datasættet.

Tabel 3 Analyse af valg af vægtningsfaktorer for 75% fraktilen. Tallene er angivet som den relative forskel (%) ved anvendelse af vægtningsfaktor 10.

	Centrale bymiljøer	Lave boligområder	Tage med kobber	Veje (ADT < 500)	Veje (ADT 500 - < 5.000)	Veje (ADT 5.000-15.000)	Veje (ADT > 15.000)	Industri- områder
Ledningsevne			0,0				0,0	0,0
Suspenderet Stof	0		-75,0		-29,6	0	0	0
BOD	0		0				0	0
COD	0		0		-21,4		0	0
Total-P								
Total-N			-6,7		-4,3	0	0	0
Zink	-1,7		0,0	0	-77,2	0	0	0
Zink filt	0		96,6			0	0	0
Kobber	30,0		0,0	0	-31,3	0	0	0
Kobber filt	0		-9,5			0	0	0
Bly	38,1		0,0	0	0,0	0	0	0
Bly filt								
Acenapthen	0		0,0		0	0	0	0
Fluoren	0		0,0		0	0	0	0
Phenanthren	0		19,1		37,0	0	0	0
Fluoranthren	0		29,2		48,6	0	0	0
Pyren	0		29,2		33,3	0	0	0
Benz(a)pyren	0		0,0		37,1	0	0	0
Benz(bjk)fluoranthren	0		0,0		63,0	0	0	0
Indeno(1,2,3cd)pyren	0		0,0		0	0	0	0
Benz(ghi)perylene	0		0,0		54,5	0	0	0
Sum PAH	0		12,3		70,0	0	0	0
DBP			0			0	0	
BBP			0			0	0	
DEHP			0			0	0	0
DEHA						0		
Bisphenol A			0		58,3	0	0	
2,6-diklorbenzamid (BAM)			0				0	
Isoproturon			0				0	
Mechlorprop			0				0	
Glyphosat			0				0	
AMPA			0					

Test af log-normalfordeling

Målinger af miljødata, herunder regnvandskvalitet, udviser ofte stor variation og en skæv fordeling, hvor nogle få målinger kan være markant højere end flertallet. I sådanne tilfælde giver en log-normalfordeling ofte en mere retvisende beskrivelse af data end en klassisk normalfordeling, fordi log-transformeringen kan reducere skævheden og give et bedre statistisk grundlag for videre analyser.

I RegnKvalitet er der derfor gennemført en række statistiske tests på datasæt med mindst fire målinger for at vurdere, om data >DL følger en log-normalfordeling. Der er anvendt fem forskellige testmetoder – Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling, Ryan–Joiner og D’Agostino–Pearson – som hver vurderer normalitetsantagelsen ud fra forskellige statistiske principper. Ved at anvende flere tests minimeres risikoen for at drage konklusioner baseret på en enkelt tests styrker eller svagheder.

Resultaterne af testene fremgår i den opdaterede version af RegnKvalitet som "TRUE" eller "FALSE" i fanebladene for rådata, hvor data opfylder kravene til at testene kan foretages. I de tilfælde at data ikke opfylder kravene indgår 'NA' for analyserne. Resultater fra testene indgår som input til beregningen af DL (detektionsgrænse) og kan benyttes som grundlag for at vurdere, hvor robust datasættet er. For brugeren betyder det, at man kan se, om de anvendte typetal er baseret på data, der sandsynligvis følger en log-normalfordeling, hvilket øger tilliden til de statistiske beregninger – især når der er stor spredning i måleresultaterne.

Derudover er der udført en outlier-analyse på datasæt med mindst to målinger for at identificere ekstreme værdier både i den lave og høje ende af fordelingen. Der er benyttet 3*standardafvigelser til disse tests. Outliers kan opstå som følge af målefejl, særlige hændelser (f.eks. spild eller uregelmæssige regnforløb) eller naturlig variation. I RegnKvalitet kan brugeren navigere frem til parametre med identificerede outliers for hver overfladetype. Denne information kan bruges til kritisk at vurdere, om de beregnede typetal for en given overfladetype er repræsentative, eller om enkelte ekstreme målinger har haft uforholdsmæssig stor indflydelse på resultatet.

Samlet set giver kombinationen af log-normalitetstest og outlier-analyse, brugeren et stærkere beslutningsgrundlag, fordi værktøjet både synliggør, hvordan data fordeler sig statistisk, og peger på potentielle målinger, der bør vurderes særskilt, før resultaterne bruges i planlægning eller regulering.

Håndtering af analyseresultater < Detektionsgrænsen (DL)

I mange datasæt for regnvandskvalitet er der målinger, hvor koncentrationen af et stof ligger under detektionsgrænsen (DL). Disse værdier kan have stor betydning for den statistiske behandling, især når der er mange <DL-værdier. I opdateringen til RegnKvalitet 2.1 er håndteringen af <DL ændret, for at anvende en metode, der udnytter den statistiske information i datasættet bedre end tidligere.

I RegnKvalitet 1.3 blev <DL-værdier erstattet med $0,5 \times DL$ (metode 1). Denne tilgang er enkel, men indebærer implicit, at koncentrationerne er normalfordelte omkring halvdelen af DL, og tager ikke højde for, at miljødata ofte er log-normalfordelte. Dermed risikerer man at skævvride beregningerne, især når der er mange målinger under DL.

I RegnKvalitet 2.1 anvendes, hvor det er muligt, i stedet en log-normalbaseret erstatningsmetode (metode 2). Denne metode forudsætter, at datasættet består af mindst tre målinger over DL, at <DL er den laveste registrerede værdi, og at data består minimum tre af log-normalitetstestene. Hvis disse krav er opfyldt, estimeres erstatningsværdier for <DL ved hjælp af den forventede værdi af log-normalfordelingen, betinget af at værdien ligger under DL:

$$E(X | X < DL) = \exp\left(\mu - \sigma \frac{\varphi(z)}{\phi(z)}\right)$$

hvor:

- μ og σ er hhv. middelværdi og standardafvigelse for $\ln(X)$,
- $z = \frac{\ln(DL) - \mu}{\sigma}$
- $\Phi(z)$ og $\Phi(z)$ er henholdsvis tætheds- og fordelingsfunktionen for standardnormalfordelingen.

Denne tilgang reducerer bias i datasæt med mange <DL-værdier og giver et mere retvisende billede af den typiske koncentration. Hvis kravene til metode 2 ikke er opfyldt – f.eks. hvis alle målinger ligger under DL – anvendes metode 1 ($0,5 \times DL$) fortsat.

Effekten af skiftet er testet på et udsnit af analysedata (Tabel 4), hvor resultaterne viser, at forskellen mellem metode 1 og 2 sjældent ændrer, om typetallet overskrider Miljøkvalitetskravet (MKK). Alligevel giver metode 2 et mere robust og statistisk velbegrunder resultat, når datagrundlaget er tilstrækkeligt.

I RegnKvalitet 2.1 fremgår det i fanebladene med rådata, om metode 2 er blevet anvendt, samt hvilke værdi <DL erstattes med i analyserne er angivet i kolonne X og AY.

Tabel 4: Sammenligning af DL metoderne og deres indvirkning på typetallet. **Rød tekst viser overskridelse af MKK.**

Parameter	Enhed	MKK	RegnKvalitet 1.3	Metode 1	Metode 2
Lave boligområder					
Chrysen	µg/l	0,014		0,0098	0,018
Veje > 15.000					
Bly (Pb) [µg/l]	µg/l	1,2	32	1,1	4,4

Beregning af typetal

I opdateringen af RegnKvalitet er beregningen af typetal for koncentrationer af miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) ændret: hvor version 1.3 anvendte 75% fraktilen, bruges der nu det geometriske gennemsnit.

Baggrunden for ændringen er, at koncentrationer i miljødata ofte følger en log-normalfordeling. Det betyder, at størstedelen af målingerne er lave, mens enkelte kan være meget høje, og værdierne kan spænde over flere størrelsesordener. I sådanne tilfælde kan det geometriske gennemsnit give et langt mere repræsentativt billede af den "typiske" koncentration end både middelværdien og 75% fraktilen.

Det geometriske gennemsnit beregnes ved at tage gennemsnittet af de log-transformerede værdier og derefter omregne til den oprindelige skala:

$$GM = \exp \left[\frac{\sum \ln(x_i)}{n} \right]$$

Denne metode reducerer vægten af ekstreme høje værdier og afspejler bedre det niveau, der oftest forekommer i datasættet.

Til sammenligning er 75% fraktilen følsom over for datatæthed og kan overvurdere koncentrationerne i små datasæt, især hvis der er få, men meget høje målinger. Ved at bruge det geometriske gennemsnit opnås et mere stabilt og robust grundlag for at sammenligne typetal på tværs af kilder og overfladetyper. Det mindsker risikoen for, at enkeltstående ekstreme værdier får uforholdsmæssig stor indflydelse, og sikrer dermed en mere balanceret beskrivelse af regnvandets kvalitet.

Denne ændring gør det lettere for brugere af RegnKvalitet at foretage retvisende vurderinger, især i situationer hvor datagrundlaget er begrænset eller præget af høj variation.

De beregnede typetal for hver overfladekategori og parameter er inkluderet i Bilag D og kan også findes i RegnKvalitet 2.1 i fanebladet Data oversigt (alt data).

Statistiske spænd i data

Opdateringen til RegnKvalitet 2.1 indeholder en række nye statistiske parametre og en tidlig opdeling af data, som giver brugeren et mere nuanceret beslutningsgrundlag.

For at synliggøre variationen og skævheden i de målte koncentrationer vises nu 10%, 50%, 75% og 90% fraktilerne for de underliggende analyser. Disse fraktiler giver et hurtigt overblik over spændet i data – fra de laveste til de højeste værdier – og gør det lettere at identificere, om datafordelingen er symmetrisk eller præget af enkelte høje målinger.

Ud over fraktilerne er følgende nøgletal tilføjet for at give indsigt i datagrundlaget bag typetallene:

- Antal prøver – det samlede antal analyseprøver, der indgår i beregningen.
- Antal prøver, der ikke er stikprøver – prøver udtaget via metoder som flowproportionalt, mængdeproportionalt, med sorbiceller eller som sammenblandede prøver fra en regnhændelse.
- Antal prøver < DL – antal målinger under detektionsgrænsen.

Som en ny funktion er beregningerne også opdelt i to perioder: samtlige tilgængelige data og de seneste 10 år (2015-2024). Denne tidlige opdeling giver brugeren mulighed for at vurdere, om regnvandskvaliteten har ændret sig over tid, og om nyere data viser andre tendenser end det samlede historiske grundlag.

Samlet set giver disse statistiske tilføjelser og tidsopdelingen et væsentligt bedre grundlag for at forstå variationen, repræsentativiteten og udviklingen i regnvandskvaliteten på tværs af overfladetyper og analyseparametre.

Samlet oversigt over ændringer og tilføjelser i RegnKvalitet

Tabel 5 nedenfor giver et samlet overblik over de vigtigste ændringer og nye funktioner i RegnKvalitet 2.1 sammenlignet med version 1.3.

Oversigten viser både metodiske justeringer, nye statistiske parametre og funktioner, samt forbedringer i databehandlingen. Formålet er at give brugeren et hurtigt indblik i, hvordan opdateringen påvirker beregningerne og den information, der præsenteres i værktøjet.

Tabel 5 Oversigt over opdateringerne i RegnKvalitet 2.1

Funktion/metode	Version 1.3	Version 2.1
Typetal beregning	75% fraktil	Geometrisk gennemsnit
Håndtering af <DL	0,5*DL	Log-normalbaseret metode (hvor muligt)
Normalitetstest	Ingen	5 tests for log-normalfordeling
Outlier-analyse	Ingen	Ja
Fraktiler	75%, 90%	10%, 50%, 75%, 90%
Øvrige nøgletal	Min, maks, SD, middel, #prøver	Min, maks, SD, middel, #prøver, #flowproportionelle prøver, #prøver <DL, geometrisk gennemsnit
Tidsopdeling	Ingen	Samtlige data og seneste 10 år
Vægtning af prøvetyper	Ingen	Ja (faktor 10 for flowproportionelle)

I Bilag E findes en detaljeret vejledning i, hvordan RegnKvalitet 2.1 kan anvendes til risikoscreening af regnvandsudledninger og nedsivning. Vejledningen beskriver trin for trin, hvordan man med udgangspunkt i kendskab til oplandet kan vurdere risikoen ved regnvandsudledninger.

Vurdering af opdateringens effekt på typetallene

For at vurdere effekten af de tilføjede analysedata på typetallene er 75%-fraktilerne fra hhv. version 1.3 og 2.1 af RegnKvalitet sammenlignet. Figur 3 viser denne sammenligning for de fire vejkkategorier, hvor x-aksen angiver 75%-fraktilen fra version 1.3, mens y-aksen viser den tilsvarende værdi fra version 2.1. Diagonalen markerer en 1:1-sammenhæng mellem de to versioner, således at punkter under diagonalen indikerer lavere værdier i version 2.1.

Tilsvarende sammenligninger for øvrige overfladetyper præsenteres i Figur 4 (tage), Figur 5 (centrale byområder, boliger og parkeringspladser) og Figur 6 (kunstgræsbaner, industriområder, deposition, og oplagspladser).

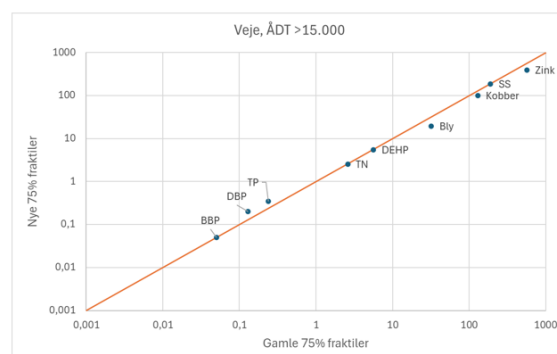
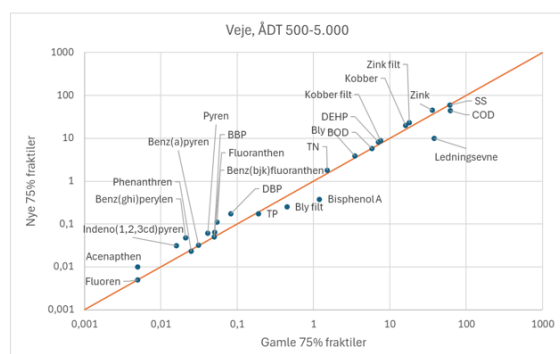
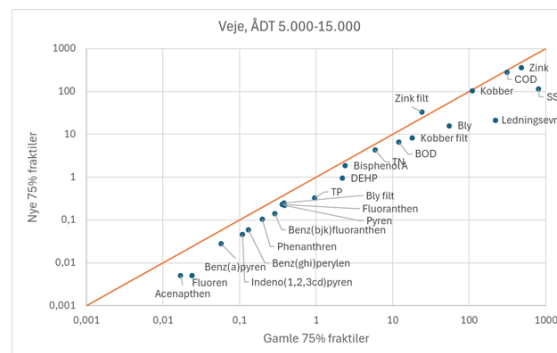
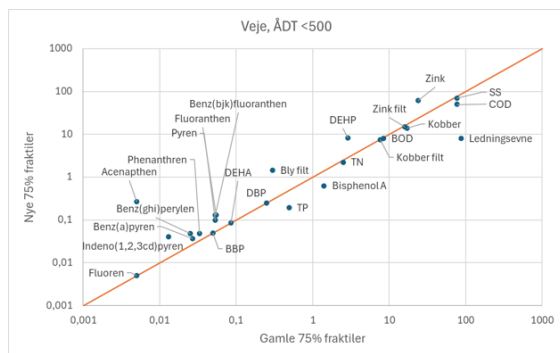
Resultaterne for vejkkategorierne viser, at opdateringen især har haft betydning for kategorierne ÅDT <500 og ÅDT 5.000–15.000. For sidstnævnte kategori er 75% fraktilerne reduceret for stort set alle parametre med undtagelse af opløst zink. For ÅDT <500 ses et mere komplekst billede, hvor PAH'er, phthalater og metaller generelt har fået højere 75% fraktiler, mens bisphenol A og næringssalte er faldet.

For tagkategorierne har de relativt få nye datapunkter kun haft begrænset indflydelse på de fleste parametre (Figur 4). En stigning observeres dog for total kobber for overfladekategorien 'tage med kobber'. Det samme observeres for PAH'erne acenapthen, floranthen og pyren, samt zink total for overfladekategorien 'Tage af andre materialer'.

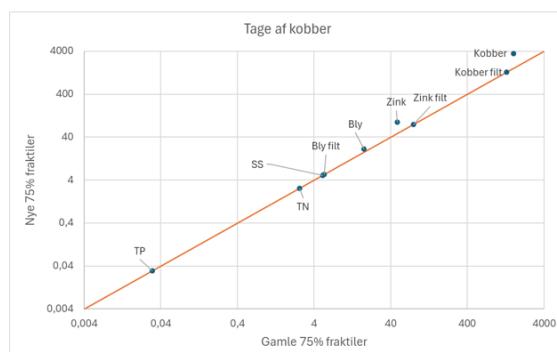
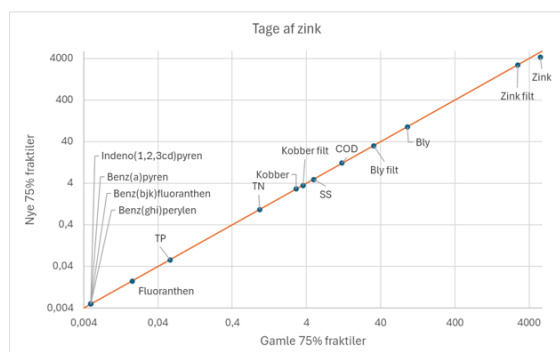
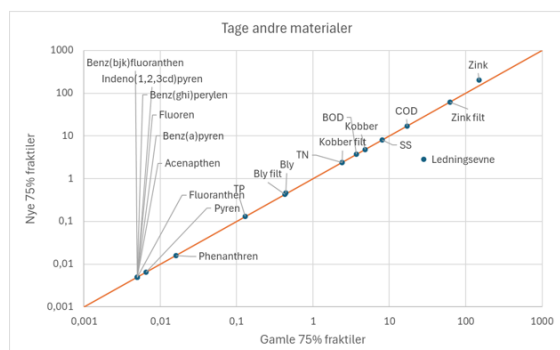
For 'Centrale bymiljøer' er der registreret højere 75% fraktiler for samtlige PAH'er, mens bly total, zink total og zink filteret er reduceret (Figur 5). Den markante tilvækst i analysedata for lave boligområder har kun haft mindre betydning for 75% fraktilerne; enkelte PAH'er Benz(a)pyren, acenapthen og indenol(1,2,3cd)pyren samt bly og kobber filteret, mens øvrige parametre ligger tæt på diagonalen. For 'Høje boligområder' har de få tilføjede data medført minimale ændringer. For 'Parkeringspladser' ses en generel, men moderat stigning i 75% fraktiler for de fleste parametre særligt for metallerne.

For 'Industriområder' viser Figur 6 at opdateringen kun har haft begrænset effekt på 75% fraktilerne for samtlige parametre, trods det udvidede datagrundlag. For 'Kunstgræsbaner' og 'Oplagspladser' har opdateringen medført lavere 75% fraktiler for flere spildevandsrelaterede parametre, samt enkelte MFS (herunder BBP, floranthen, og acenapthen). For 'Deposition' er ændringerne generelt små for både metaller og spildevandsrelaterede parametre. Derimod ses en stigning i 75% fraktilerne for flere pesticider og PAH'er, med undtagelse af isoproturon, fluoranthen og phenanthren, hvor der er registreret moderate fald.

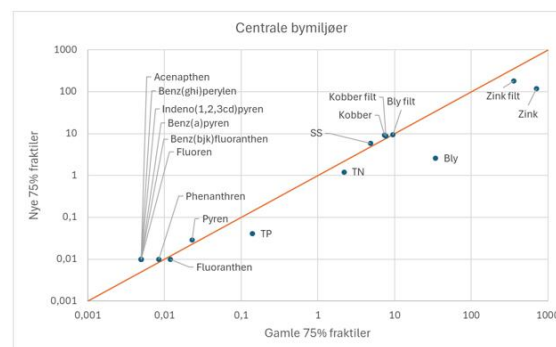
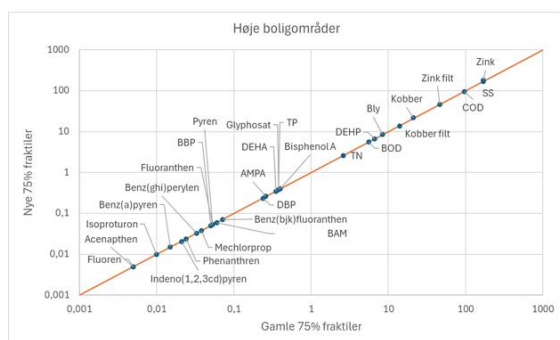
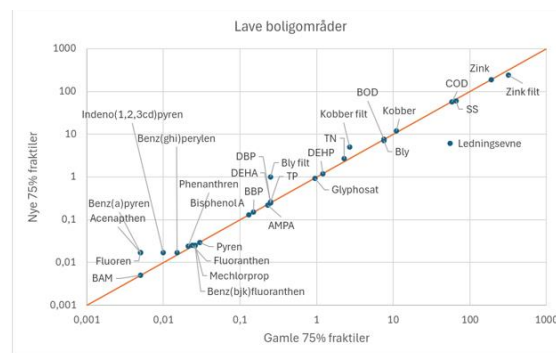
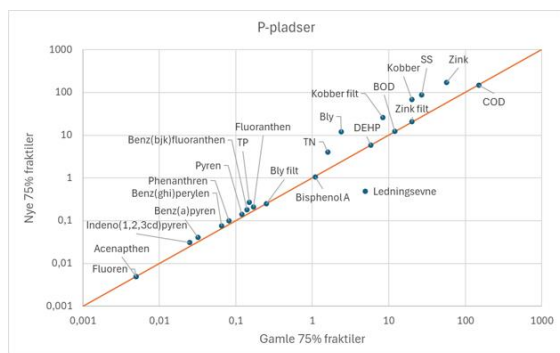
Samlet set har opdateringen til RegnKvalitet 2.1 tilføjet et betydeligt antal analysedata for især vejkkategorierne, lave boligområder og deposition, hvilket især har styrket datagrundlaget for metaller og PAH'er og dermed gjort resultaterne mere robuste. Forskellene kan desuden tilskrives både det udvidede datagrundlag og ændringer i beregningsmetoderne, herunder indførelse af vægtning af flowproportionale prøver og en ny metode til håndtering af værdier under detektionsgrænsen (<DL).



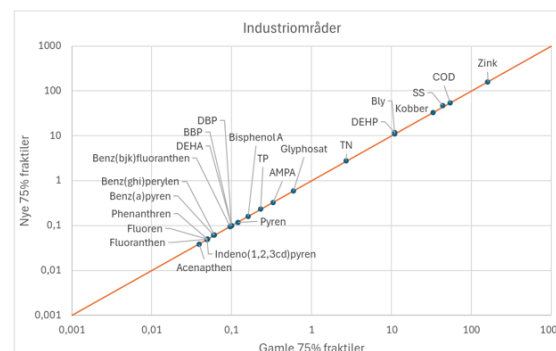
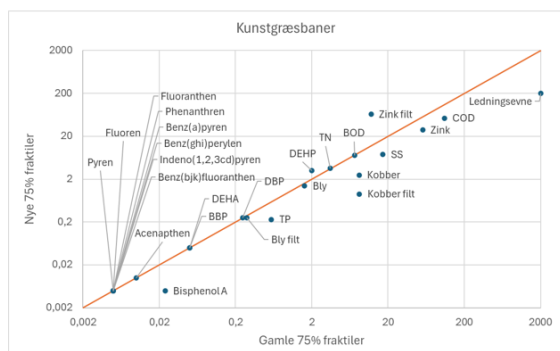
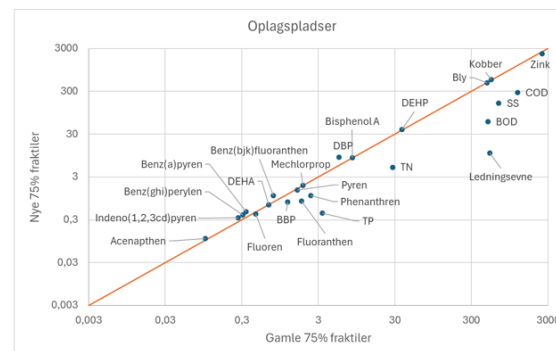
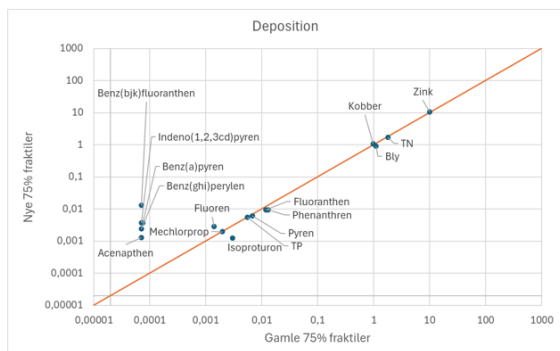
Figur 3 for hver kategori af veje er 75% fraktilen fra RegnKvalitet 1.3 afbilledet mod 75% fraktilen fra RegnKvalitet 2.1. Ved datapunkter over diagonalen er det nye typetal højere end det gamle.



Figur 4 For hver overfladetype af tage er 75% fraktilen fra RegnKvalitet 1.3 afbilledet mod 75% fraktilen fra RegnKvalitet 2.1. Ved datapunkter over diagonalen er det nye typetal højere end det gamle



Figur 5 For byrelaterede overfladetyper er 75% fraktilen fra RegnKvalitet 1.3 afbilledet mod 75% fraktilen fra RegnKvalitet 2.1. Ved datapunkter over diagonalen er det nye typetal højere end det gamle



Figur 6 For de resterende overfladetyper er 75% fraktilen fra RegnKvalitet 1.3 afbilledet mod 75% fraktilen fra RegnKvalitet 2.1. Ved datapunkter over diagonalen er det nye typetal højere end det gamle

Vurdering af opdateringens effekt på estimerede overskridelser af miljøkvalitetskrav

Miljøkvalitetskravene

De opsatte miljøkvalitetskrav (MKK) for BOD, COD, TP og TN i RegnKvalitet er opsat i forhold til marine vandområder og er de generelle krav til spildevandsudledninger fastsat i spildevandsbekendtgørelsen svarende til hvad, der må udledes fra renseanlæg ([Spildevandsbekendtgørelsen](#) /5/). Disse er indikativ, da der for mange spildevandsudledninger til ferske vandområder findes skærpede krav.

Miljøkvalitetskravene for metaller i ferske og marine vandområder er angivet som opløst metal. MST anbefaler i deres FAQ /6/, at det er den totale koncentration, der måles for og sammenholdes med MKK. Derfor er både den totale samt den opløste fraktion af metallerne medtaget i RegnKvalitet. Det skal nævnes at for metaller er det sjældent, at alle prøver i datagrundlaget, er analyseret for både den totale og den opløste fraktion. Typisk vil der være flere analyser af den totale fraktion. Det skaber en usikkerhed, da der ikke er et bestemt forhold mellem den opløste og totale fraktion af metallerne. Derfor kan det forekomme, at typetallet af den opløste fraktion (filt) er højere end for den totale fraktion, som det f.eks. ses for zink (tage med kobberoverflader, og centrale bymiljøer) og bly (centrale bymiljøer). I de fleste tilfælde er typetallet for total fraktion højere end den filtrerede.

For enkelte PAH-forbindelser er kvalitetskravene for overfladevand så lave, at den typiske detektionsgrænse på 0,01 µg/l er cirka en faktor 5 gange højere end miljøkvalitetskravene på 0,0017 µg/l og 0,002 µg/l for henholdsvis pyren og summen af indeno(1,2,3cd)pyren og benz(ghi)perylen. Det anbefales derfor i fremtidige analyseprogrammer at efterspørge en detektionsgrænse så lav som muligt for disse stoffer.

I forhold til at forbedre datagrundlaget for værktøjet anbefales det, at fremtidige måleprogrammer - så vidt det er muligt - inkluderer analyser af:

- PAH med lave detektionsgrænser på minimum 0,005 µg/l (5 ng/l) for de enkelte PAH'er og gerne 0,001 µg/l (1 ng/l).

For arsen bemærkes det også, at MKK for sediment er sat meget lavt. Det betyder, at overskridelser kan forekomme i sediment, selvom koncentrationerne i regnvand ikke overskrider MKK for vandfasen.

Sammenligning af typetal med MKK

For at vurdere risikoen for overskridelse af MKK indlandsvand er typetallene fra RegnKvalitet 2.1 sammenlignet med gældende krav for alle overfladetyper. På baggrund af risikofaktoren (typetal/MKK) beregnet for alle parametre og overfladekombinationer hvor der forelægger data. Faktorer >1 angiver en overskridelse af miljøkvalitetskravet og er markeret med rødt i Tabel 6. I Bilag C er de tilhørende grafer præsenteret for samtlige overfladekategorier, hvor x-aksen repræsenterer MKK, og y-aksen viser typetallet. Datapunkter over diagonalen indikerer en overskridelse.

Typetallet for 'Sum PFAS' er beregnet som summen af PFOA-ækvivalenter af de tilgængelige analyseresultater af de 24 PFAS, beskrevet i Miljøstyrelsens VKK. Typetallet er sammenholdt med dette VKK.

Tabel 6 viser, at mange miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) forekommer i koncentrationer der overskrider MKK og at der for alle overfladetyper forekommer overskridelser. For metallerne; kobber, zink og bly (både total og opløst fraktion), for langt størstedelen af de inkluderede PAH'er samt for bisphenol A og DEHP, ses overskridelser for langt størstedelen af de overfladetyper, hvor der forelægger data. Derudover er der registreret ekstreme tilfælde, hvor koncentrationerne overskrider MKK med en faktor 5 for 23 % af de beregnede risikofaktorer, mens 5 % af overskridelserne ligger over en faktor 100. I enkelte tilfælde er overskridelsesfaktoren over en

faktor 1000. Dette understreger tydeligt behovet for drastiske tiltag, hvis MKK skal kunne overholdes for regnvandsudledninger.

Resultaterne peger på et mere generelt reguleringsmæssigt problem: mens klima-, energi- og sundhedskrav ofte prioriteres i lovgivningen, er miljøpåvirkningen fra MFS i regnvand sjældent tænkt ind på samme niveau. Bygningssektoren er et tydeligt eksempel: i en tillægsaftale til den nationale strategi for bæredygtigt byggeri fra maj 2024 /7/, blev det besluttet at revidere bygningsreglementet grundlæggende for at balancere klimakrav med bygningers sikkerhed og sundhed. På trods af et veldokumenteret kravsammenstød mellem bygningsmaterialer og regnvandskvalitet blev påvirkningen af det ydre miljø ikke inddraget. Således er materialer som zink, kobber og pesticidholdige malinge fortsat tilladt, selvom de er kendt for at afgive stoffer til regnvand i miljøskadelige koncentrationer.

Den udbredte tilstedeværelse af MFS i regnvand udfordrer traditionelle klimatilpasningsløsninger, hvor vand ledes uden om renseanlæg og udledes direkte til recipienter via LAR-løsninger eller separatsystemer. Selvom sådanne løsninger er centrale for at håndtere store regnmængder og reducere overløb, kan de i forhold til MFS føre til, at urensset regnvand med højt indhold af problematiske stoffer udledes direkte til sårbare vandområder. Det understreger behovet for, at klimatilpasningsløsninger i højere grad integrerer hensyn til stofindhold og MKK.

På den baggrund peger resultaterne på, at tekniske renseløsninger for regnvand i stigende grad vil være nødvendige – især i følsomme områder. Samtidig bør der rettes fokus mod kildebegrænsning gennem både lokale anvendelsesrestriktioner (fx pesticider og materialevalg i byggeriet) og national produkt- og materialeregulering. Ved at identificere og udfase de mest kritiske stoffer kan belastningen reduceres allerede ved kilden, hvilket både beskytter vandmiljøet og mindsker behovet for dyr og teknisk kompleks efterbehandling. Produktregulering rummer således et stort potentiale som supplerende værktøj, både til beskyttelse af vandmiljøet og som forebyggende strategi, der kan reducere behovet for økonomisk dyr og kompleks efterbehandling.

Tabel 6 Risikofaktorer (Typetal/MKK) beregnet for indlandsvand for alle parametre og overfladetyper.

	Centrale bymiljøer	Høje boligområder	Lave boligområder	Tage med kobber	Tage med zink	Tage af andre materialer	Veje <500	Veje 500-5000	Veje 5000- 15000	Veje > 15000	P-pladser	P-pladser store køretøjer	Industri- områder	Oplags- pladser	Kunst- græsbaner	Deposition
Parametre og næringssalte																
BOD	0,110	0,602	0,423			0,212	0,431	0,407	0,285	0,930	0,638	3,735		8,671	0,387	
COD	0,282	0,738	0,489		0,118	0,138	0,412	0,321	1,402	1,261	0,739	2,295	0,534	4,382	0,447	
TN	0,259	0,411	0,391	0,283	0,156	0,300	0,291	0,288	0,680	0,380	0,391	0,517	0,429	0,971	0,527	0,306
TP	0,036	0,156	0,109	0,014	0,024	0,034	0,071	0,084	0,183	0,104	0,129	0,570	0,119	0,316	0,131	0,003
Metaller																
Arsen	0,488		0,226							0,182			0,035		0,225	0,025
Arsen filt										0,125					0,255	
Barium	4,000		0,895					1,698	1,623	70,861		1,046	1,222			
Bly	1,778	2,590	3,285	13,645	22,658	0,297	0,915	2,313	3,677	3,632	3,106	22,406	1,328	211,338	0,467	0,632
Bly filt	3,669		0,351	2,003	5,143	0,318	0,834	0,185	0,152	0,038	0,270	0,728	0,752		0,212	
Cadmium	1,489	0,863	1,821	0,760		0,313	0,594	0,769	0,519	0,824	3,141	1,909	0,451		0,313	0,338
Cadmium filt	0,155		0,604				0,175	0,188	0,172	0,283	1,633	0,676	0,022			
Chrom	0,279	0,980	0,535	0,009		0,084	0,255	0,551	0,291	0,779	2,257		0,908		0,164	0,035
Chrom filt	0,035		0,107				0,086	0,234	0,106	0,914	1,296	0,218	0,093		0,091	
Jern																
Jern filt																
Kobber	7,175	12,992	7,195	1922,02	2,505	3,841	7,850	12,103	30,015	37,343	27,107		18,872	386,623	1,655	1,000
Kobber filt	5,890	6,709	2,533	607,224	2,462	2,400	2,964	4,434	7,427	7,468	8,590	38,976	2,472		0,777	
Kviksølv	0,181		0,751							3,093	1,065	2,796	0,598			
Kviksølv filt												0,714				
Nikkel	0,272	0,675	0,755	0,085		0,125	0,632	0,699	0,690	1,217	3,680		0,185		0,125	0,055
Nikkel filt	0,052		0,284				0,073	0,368	0,391	0,663	3,016	0,450	0,158		0,262	
Vanadium	0,299	1,000	0,679			0,176	2,964	0,758	7,561	0,355		1,267	0,313		0,200	
Vanadium filt								0,830				0,740				
Zink	9,350	12,527	15,174	5,457	348,786	13,079	5,062	5,173	18,480	22,568	7,874		10,534	175,208	1,944	1,170
Zink filt	11,470	5,599	10,877	6,004	171,372	4,371	1,484	1,786	2,893	8,355	1,768	9,160	1,636		2,223	
PAH'er																
1-Methylnaphthalen										0,126						0,025
2-Methylnaphthalen	0,042		0,042							0,086			0,042			0,037
Acenaphthen	0,002	0,001	0,002			0,002	0,006	0,003	0,002	0,002	0,001	0,007	0,004	0,006	0,002	0,000
Acenaphthylen	0,012		0,012				0,004	0,006	0,005	0,006	0,004					0,002
Anthracen	0,149		0,166				0,050	0,081	0,056	0,079	0,050	2,000	0,050			0,004
Benzen			0,001				0,001		0,001			0,002				
Benzo(a)anthracen	1,492		1,440				0,601	0,710	0,523	1,129	0,436					0,064
Benzo(a)pyren	40,263	52,397	52,529		29,412	29,412	72,362	61,050	66,705	98,379	53,655	131,613	235,799	983,480	31,461	7,341
Benzo(b+j+k)fluoranthren	47,846	169,428	87,149		29,412	29,412	174,741	147,399	131,571	296,568	212,313		436,247	2033,58	29,412	28,146
Benzo(g,h,i)perylene	45,234	88,347	66,936		29,412	29,412	91,681	84,994	99,784	210,129	135,028		335,346	775,322	29,412	8,323
Chrysen	1,296		1,317					0,754	0,675		0,374					



Chrysen/ Triphenylen			2,167				0,847			1,310						0,191
Dibenz(a,h)anthracen	10,939		11,969				3,571	6,171	4,160	5,637	3,571					0,648
Ethylbenzen			0,001				0,001		0,001			0,001				
Fluoranthen	1,425	3,855	2,613		1,805	1,243	7,102	3,749	5,326	11,697	5,276	6,245	5,407	24,916	0,794	0,849
Fluoren	0,003	0,002	0,004			0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,002	0,008	0,022	0,060	0,002	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyren	40,789	60,470	56,735		29,412	29,412	68,748	67,205	81,907	98,286	49,536		275,907	600,541	29,412	9,988
Naphthalen	0,008		0,010				0,003	0,005	0,003	0,005	0,003		0,003			0,004
Phenanthren	0,006	0,010	0,011			0,010	0,013	0,009	0,019	0,027	0,018	0,035	0,038	0,328	0,004	0,005
Pyren	2,609	5,545	3,562			1,686	6,663	4,734	9,752	23,871	6,888	28,124	18,188	131,699	1,087	0,820
Toluen			0,000				0,000		0,000			0,001				
Phthalater																
BBP		0,007	0,010				0,007	0,007	0,007	0,004			0,013	0,066	0,009	
DBP		0,050	0,074				0,070	0,040	0,022	0,058			0,043	0,9893	0,066	
DEHP	0,501	3,634	0,427				2,349	2,274	0,238	2,092	4,338	1,597	7,137	9,935	0,703	
DEHA		0,254	0,128				0,119	0,157					0,143	0,524	0,099	
Pesticider																
BAM	0,000	0,000	0,000						0,000				0,000			
AMPA																
Bentazon	0,000		0,000										0,000			
Glyphosat	0,000	0,000	0,001				0,000		0,000				0,001			
Isoproturon		0,033	0,017						0,017							0,002
Prosulfocarb	0,005		0,109										0,026			0,077
Terbutryn			2,168													
Mechlorprop		0,001	0,001											0,055		0,000
Phenoler																
2,4-dichlorphenol			0,125													
4-n-nonylphenol								0,017								
Bisphenol A		3,046	0,676				1,939	1,781	5,030		8,556	5,769	1,600	70,285	0,059	
Nonylphenoler	0,083		0,132						0,167			0,336	0,083			
NPE								1,000								
Pentachlorphenol			0,025													
Kulbrinter																
Sum af xylener			0,002				0,002		0,002			0,004				
PFAS stoffer																
PFOA																
PFOS																0,385
PFHxS																
PFNA																
Sum 4 PFAS																
Sum PFAS																0,703
Øvrige stoffer																
LAS	0,019		0,019				0,019	0,050				0,301	0,019			
Trichlorpropylphosphat								0,001								
Tri-n-butyl-phosphat								0,003								
Triphenylphosphat								0,259								
TCPP								0,001								

Vurdering af det tidlige aspekt

For at belyse potentielle tidlige tendenser i forekomsten af MFS, er der gennemført en korrelationsanalyse mellem prøvetagningsåret og de målte koncentrationer for de medtagne parametre og overfladetyper. Formålet er at identificere, om koncentrationerne af udvalgte stoffer overvejende stiger eller falder over tid.

Tabel 7 viser resultaterne af korrelationsanalysen, hvor 25% af de højeste positive korrelationskoefficienter er markeret med rødt, mens de 25% laveste (mest negative) er markeret med grønt.

Resultaterne viser, at der for overfladetyperne *Centrale bymiljøer* og *Høje boligområder* observeres en overvejende positiv korrelation for mange parametre. Dette indikerer, en stigende tendens i koncentrationerne over tid, særligt for PAH'er for disse overfladetyper.

For mange af metallerne viser analysen ligeledes en generel stigning i koncentrationerne på tværs af overfladetyperne. Undtagelser herfor er blandt andet bly for vejkattegrøderne, hvilket muligvis kan relateres til reguleringen af blyholdig benzin. Der er også en tendens til faldende koncentrationer af cadmium, hvilket kan være en effekt af udfasningen af cadmium i plast, maling, dæk, batterier /8/.

For vejrelaterede overfladetyper, herunder veje med forskellige ÅDT-klasser samt parkeringspladser, ses desuden en overvejende negativ korrelation for særligt PAH'er. Det indikerer, at koncentrationerne af disse stoffer i regnvandsudledninger fra disse kilder generelt er faldende. En mulig forklaring kan være forbedret emissionsteknologi i nyere køretøjer, som udleder færre PAH'er via udstødningen, samt en stigende andel elbiler uden forbrændingsmotor, som bidrager til mindre forbrændingsrelateret forurening. Derudover kan ændring i vejmaterialer, mindre brug af PAH-holdige asfaltprodukter samt øget fokus på miljøvenlig vintervedligeholdelse også have bidraget til dette fald.

For stærkt trafikerede veje ses en afvigende tendens for PAH'en fluoren, som udviser en positiv korrelation med prøvetagningsåret, i modsætning til de øvrige målte PAH'er, der overvejende viser faldende koncentrationer. Denne forskel kan skyldes, at fluoren i højere grad stammer fra kilder som smøremidler, asfaltprodukter og bitumenbaserede materialer, der fortsat anvendes eller endda er stigende i brug. Derudover kan fluoren være mere mobil i regnafstrømning og lettere detekteres med nyere analyseteknikker, hvilket samlet kan forklare den observerede stigning.

Det skal dog bemærkes, at datagrundlaget for flere af parametrene fortsat er spinkelt. For nogle parametre bygger resultaterne på et begrænset antal analyser, og en betydelig andel af måleværdierne ligger under detektionsgrænsen (<DL), hvilket øger usikkerheden i fortolkningen af resultaterne. Særligt ved lave analysetal og høj andel <DL bør konklusioner om tidlige trends tages med forbehold. Eksempler herpå er Benzo(b+j+k)fluoranthren, Benzo(g,h,i)perylene, Fluoranthren, Indeno(1,2,3-cd)pyren for 'Industriområder, hvor analysen kun bygger på 2-3 datapunkter.

Tabel 7 Korrelationsanalyse af prøvetagnings år for alle parametre og overfladetyper (depositionsdata ikke medtaget)

	Centrale bymiljøer	Høje boligområder	Lave boligområder	Tage med kobber	Tage med zink	Tage af andre materialer	Veje ÅDT < 500	Veje ÅDT 500 - < 5.000	Veje ÅDT 5.000-15.000	Veje ÅDT > 15.000	P-pladser	P-pladser for busser og lastbiler	Industriområder	Oplagspladser til skrot og affald	Kunstgræsbaner med dræn
Parametre og næringssalte															
Konduktivitet			0,28				-0,05	0,69	0,29					-0,58	0,37
SS	0,50	0,66	0,26	0,42	0,86	0,16	-0,11	0,03	-0,64	-0,06	-0,41		-0,37	-0,30	-0,06
BOD5		0,45	-0,24				-0,07	0,02	-0,73					-0,38	0,09
COD		0,23	0,11			-0,09	-0,11	0,56	-0,89				-0,37	-0,36	0,03
Total Nitrogen	1,00	0,40	0,12	0,24			-0,04	0,53	0,15	0,15	-0,66		-0,20	-0,50	-0,18
Total Phosphor	0,67	0,40	0,02	0,37		-0,23	-0,23	0,17	0,03	0,21	-0,12		-0,51	-0,51	-0,46
Metaller															
Arsen total			-0,35							0,30					
Arsen filtreret															
Barium							0,17	0,08	0,39						
Bly (Pb)	-0,21	0,19	0,13	0,88		0,57	0,02	0,09	-0,57	-0,75	-0,42		-0,37	0,06	-0,12
Bly (Pb) filtreret	-0,28		0,19		0,09	-1,00	0,34	0,00	-0,04		0,13		0,48		-1,00
Cadmium (Cd)	-0,53		-0,58			0,00	-0,10	-0,17	-0,50	-0,07	-0,43				
Cadmium (Cd) filtreret			-0,01					0,30	-0,45				1,00		
Chrom (Cr)	0,62		0,09			-0,50	0,15	-0,36	0,20	0,49	-0,55				-0,26
Chrom (Cr) filtreret			-0,36					-0,41	-0,03				-0,11		
Jern total	0,19		0,21					-0,25	-0,21	0,64					
Jern, Fe, filt								0,19	-0,06						
Kobber (Cu)	-0,09	0,37	0,05	-0,68		-0,11	-0,07	0,28	-0,50	-0,60	-0,50		0,33	0,14	-0,32
Kobber (Cu) filtreret	0,56		-0,12		-0,77		-0,04	0,28	-0,23		-0,26		-0,35		-0,55
Kviksølv	0,46		-0,34							-0,81	-0,37				
Kviksølv filtreret															
Nikkel (Ni)	0,51		0,17				0,04	-0,13	-0,19	0,14	-0,25				
Nikkel (Ni) filtreret			0,03					0,39	-0,23				0,55		
Vanadium	1,00		-1,00			-0,50		0,09		-0,82					
Vanadium, V, filt								-0,31							
Zink (Zn)	-0,30	0,21	0,35	0,54	-0,46	0,44	0,17	0,29	-0,49	-0,65	-0,34		-0,34	0,04	-0,12
Zink (Zn) filtreret	-0,41		-0,26		-0,71	1,00	-0,09	0,59	0,59		0,03		0,58		0,86
PAH															
1-Methylnaphthalen															
2-Methylnaphthalen															
Acenaphthen	0,12	-0,51	-0,49				-0,52	-0,53	-0,45				-1,00	-0,57	-0,41
Acenaphthylen	0,04		-0,90					0,27	-0,50						
Anthracen	-0,46		-0,85					0,28	-0,50						
Benzen															
Benzo(a)anthracen	0,88		0,00				-1,00	0,36	-0,45						
Benzo(a)pyren	0,39	0,48	0,02				-0,15	-0,35	-0,50		-0,65		-0,98	0,01	0,23
Benzo(b+j+k)fluoranthren	0,88	0,55	-0,10				-0,17	-0,35	-0,59		-0,74		1,00	0,09	
Benzo(g,h,i)perylene	0,86	0,67	0,04				-0,17	-0,26	-0,55		-0,87		1,00	0,07	
Chrysen	0,88		0,29					0,23	-0,33						
Chrysen/ Triphenylen							-0,92								
Dibenz(a,h)anthracen	-0,38		-0,63					0,18	-0,19						
Ethylbenzen															
Fluoranthren	0,42	0,67	0,09			0,16	-0,20	-0,49	-0,69		-0,77		-1,00	-0,31	
Fluoren	0,11	-0,07	-0,39				-0,07	0,37	-0,46					-0,07	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,87	0,64	0,02				-0,14	-0,28	-0,56		-0,65		-1,00	0,03	
Naphthalen	-0,14		-0,47				-1,00	-0,43	0,10						
Phenanthren	0,92	0,47	0,00			0,62	-0,11	-0,21	-0,29		-0,78			-0,42	
Pyren	0,85	0,67	0,12			0,74	-0,15	-0,21	-0,73		-0,87		1,00	-0,30	
Toluen															
Phthlater															
BBP		-0,67	-0,51				-0,33	0,00						-0,29	-0,51
DBP		0,32	-0,10				-0,73	0,30						-0,27	-0,40
DEHP	0,87	-0,23	0,02				-0,86	-0,44	-0,59	-0,32			-0,94	0,60	-0,11
DEHA		0,27	-0,76				-0,42	-0,19							-0,34

Pesticider															
BAM		-0,04	-0,16												
AMPA		0,43	-0,08									-1,00			
Bentazon			0,27												
Glyphosat		-0,34	0,14									-0,99			
Isoproturon															
Prosulfocarb															
Terbutryn			-0,82												
Mechlorprop		0,20	-0,20												
Phenoler															
2,4-dichlorphenol															
4-n-nonylphenol															
Bisphenol A		0,11	-0,12			-0,06	-0,19	-0,04							
Nonylphenoler			-1,00												
NPE															
Pentachlorphenol															
Kulbrinter															
Sum af xylener															
PFAS stoffer															
PFOA															
PFOS															
PFHxS															
PFNA															
Sum 4 PFAS															
Sum PFAS															
Øvrige stoffer															
LAS							-0,97								
Trichlorpropylphosphat							0,10								
Tri-n-butyl-phosphat							0,36								
Triphenylphosphat							0,72								

Demonstration og vurdering af RegnKvalitet 2.1 baseret på case stories fra blandede oplande

I dette afsnit vurderes RegnKvalitet 2.1 op imod analyseresultater fra regnvandsudledninger i tre blandede oplande: Esbjerg, Sømosen 1 og Sømosen 2. De udvalgte oplande er kendetegnet ved at bestå af flere forskellige overfladetyper, hvilket gør dem særligt velegnede til at afprøve værktøjets robusthed under realistiske forhold.

Formålet er at demonstrere, hvordan RegnKvalitet 2.1 kan anvendes til at beregne koncentrationerne af MFS og metaller i en separat regnvandsudledning, samt at vurdere overensstemmelsen mellem de beregnede koncentrationer og de faktisk målte data. Denne sammenstilling giver et billede af værktøjets praktiske anvendelighed og dets styrke som beslutningsgrundlag ved håndtering af regnvandsudledninger fra komplekse oplande.

Demonstrationen af værktøjet er gennemført efter metodikken beskrevet i Bilag E.

Bestemmelse af det reducerede areal af overfladetyper i oplandet

For regnvandsudledningerne til Sømosen (Sømosen 1 og Sømosen 2) i Gladsaxe kommune er de forskellige overfladetyper indledningsvist identificeret optegnet og opmålt vha. Google Earth Pro. Eksisterer der GIS-Kort i kommunen eller forsyningen, vil det i stedet være muligt at lave en GIS-analyse på denne baggrund. For oplandet til Esbjerg har vi modtaget informationen om oplandet fra DIN Forsyning.

I Tabel 8 er det opmålte areal samt det estimerede reducerede areal af de enkelte overfladetyper vist. Det reducerede areal er estimeret vha RegnKvalitet ved brug af standard parametrene angivet i fanebladet 'Estimat af reduceret areal'.

Tabel 8 Det opmålte areal og det estimerede reducerede areal (RegnKvalitet 2.1) af de enkelte overfladetyper i oplandet til udledningspunkterne.

Overfladekategori	Esbjerg		Sømosen 1		Sømosen 2	
	Areal angivet [Ha]	Reduceret areal [Ha]	Areal angivet [Ha]	Reduceret areal [Ha]	Areal angivet [Ha]	Reduceret areal [Ha]
Veje (ÅDT 500-5000)	4,0	3,6				
Veje (ÅDT 5000-15.000)	0,6	0,5				
Veje (ÅDT> 15.000)			1,4	1,3	1,0	0,9
Industriområde	20,0	12,0	2,5	1,5	24,2	14,5
Lave boligområder			13,7	4,8		
Høje boligområder	9,0	4,5				

Beregning af koncentrationerne i regnvandsafstrømningen

De estimerede arealer er herefter indtastet i RegnKvalitet i fanebladet 'Beregning af vandkvalitet' og koncentrationerne af næringssalte, metaller og MFS er beregnet. Tabel 9 viser de målte koncentrationer for de tre regnvandsudledninger, samt de beregnede koncentrationer i RegnKvalitet. Den Relative afvigelse i % er angivet for hvert stof og udledning. For Esbjerg er de målte koncentrationer beregnet som det geometriske gennemsnit af 13 analyseresultater for spildevandsparametre, næringssalte og metaller, og 12 analyseresultater for PAHerne.

På baggrund af sammenligningen mellem de målte og beregnede koncentrationer kan følgende konkluderes:

- Der er generelt god overensstemmelse mellem målte og beregnede koncentrationer på tværs af de tre udledninger – også selvom de reducerede oplandsarealer for Sømosen 1 og 2 er baseret på estimater.
- For Esbjerg er de beregnede koncentrationer af metaller typisk lidt lavere end de målte. Det kan skyldes at industriområdet udgør omkring to tredjedele af oplandet og derfor har stor indflydelse på regnvandskvaliteten. RegnKvalitet har en generel kategori for industriområder, der ikke repræsenterer specifikt tung havneindustri med omfattende brug af metaller.
- For Sømosen-udledningerne er de største afvigelser knyttet til pesticiderne isoproturon og mechlorprop, hvor RegnKvalitet bygger på få data.
- For Esbjerg ses de største afvigelser for benzo(a)anthracen og acenaphthylen, (udover krom og konduktivitet). Det hænger bl.a. sammen med at detektionsgrænserne i måleprogrammet for prøverne ligger højere end de beregnede koncentrationer i RegnKvalitet.
- Den markante afvigelse i konduktivitet for Esbjerg-udledningen kan skyldes saltholdig påvirkning fra det kystnære havmiljø (fx havsprøjt eller sat tåge) samt industrielt aktivitet, der ikke er repræsentativ for de industrielle områder der findes data for i RegnKvalitet 2.1.

Tabel 9 Målte koncentrationer af fra måleprogrammer i Sømosen, Gladsaxe kommune samt Esbjerg, sammenlignet med de beregnede koncentrationer fra RegnKvalitet.

		Esbjerg			Sømosen 1			Sømosen 2		
Parametre og næringssalte	Enhed	Geo.mean Analyse- resultater	RegnKvalitet	Relativ afvigelse [%]	Analyse- resultater	RegnKvalitet	Relativ afvigelse [%]	Analyse- resultater	RegnKvalitet	Relativ afvigelse [%]
Konduktivitet (Ledningsevne)	µS/cm	142,5	7,9	1704		130			39	
Suspenderede stoffer	mg/L	60,9	39	56	13	36	-64	18	26	-31
BOD5	mg/L		2,1			4,3			0,54	
COD	mg/L		42		<30	47	-68	<30	43	-65
Total Nitrogen	mg/L	3,1	2,0	56	0,91	2,0	-55	1,1	2,1	-48
Total Phosphor	mg/L	0,4	0,18	110	0,12	0,17	-29	0,091	0,18	-49
Metaller										
Arsen (As)	µg/L		0,087			0,78			0,19	
Arsen (As) filtreret	µg/L					0,092			0,031	
Barium (Ba)	µg/L		20			250			100	
Bly (Pb)	µg/L	6,2	2,2	181	0,089	3,5	-97	0,14	1,8	-92
Bly (Pb) filtreret	µg/L	0,27	0,57	-52		0,45			0,85	
Cadmium (Cd)	µg/L	0,052	0,048	8		0,11			0,038	
Cadmium (Cd) filtreret	µg/L	0,025	0,0040	525		0,035			0,0030	
Chrom (Cr)	µg/L	5,9	4,1	44		3,2			4,4	
Chrom (Cr) filtreret	µg/L	0,73	0,48	53		1,2			0,69	
Jern (Fe)	mg/L		0,11			0,92			0,006	
Jern (Fe) filtreret	mg/L		0,045			0,042			0,059	
Kobber (Cu)	µg/L	19,4	17	14	8,8	15	-41	6,2	20	-69
Kobber (Cu) filtreret	µg/L	3,2	3,9	-18		3,4			2,8	
Kviksølv (Hg)	µg/L		0,024			0,079			0,052	
Kviksølv (Hg) filtreret	µg/L									
Nikkel (Ni)	µg/L	2,04	1,6	27		2,9			0,98	
Nikkel (Ni) filtreret	µg/L	0,98	0,66	48		1,3			0,75	
Vanadium (V)	µg/L		2,9			2,3			1,3	



Vanadium (V) filtreret	µg/L		0,60							
Zink (Zn)	µg/L	177,4	80	122	110	120	-8	47	88	-47
Zink (Zn) filtreret	µg/L	66,0	20	230		67			16	
PAH'er										
1-Methylnaphthalen	µg/L					0,0026			0,00089	
2-Methylnaphthalen	µg/L		0,0029			0,0059			0,0053	
Acenaphthen	µg/L	0,0061	0,013	-53	<0,02	0,0094	6	<0,02	0,015	-33
Acenaphthylen	µg/L	0,0074	0,0016	361		0,011			0,00046	
Anthracen	µg/L	0,0082	0,0045	83		0,013			0,0052	
Benzen	µg/L		0,00024			0,0063				
Benzo(a)anthracen	µg/L	0,013	0,0016	686		0,013			0,00079	
Benzo(a)pyren	µg/L	0,015	0,027	-46	<0,02	0,016	-38	<0,02	0,039	-74
Benzo(b+j+k)fluoranthren	µg/L	0,033	0,054	-39	<0,02	0,033	-70	<0,02	0,073	-86
Benzo(g,h,i)perylen	µg/L	0,018	0,039	-53	<0,02	0,025	-60	<0,02	0,056	-82
Chrysen	µg/L		0,0021			0,012				
Chrysen/ Triphenylen	µg/L	0,025				0,022			0,0011	
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	0,006	0,0017	237		0,012			0,00046	
Ethylbenzen	µg/L		0,00024			0,0063				
Fluoranthren	µg/L	0,031	0,030	2	<0,02	0,030	-67	<0,02	0,036	-72
Fluoren	µg/L	0,011	0,032	-66	<0,02	0,017	-41	<0,02	0,048	-79
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	0,011	0,032	-66	<0,02	0,018	-44	<0,02	0,045	-78
Naphthalen	µg/L	0,010	0,0046	111		0,015			0,0053	
Phenanthren	µg/L	0,022	0,035	-36	<0,02	0,025	-60	<0,02	0,049	-80
Pyren	µg/L	0,036	0,059	-39	<0,02	0,046	-78	<0,02	0,085	-88
Toluen	µg/L		0,00024			0,017				
Phthlater										
BBP (Benzylbutylphthalat)	µg/L		0,080		<0,2	0,074	35	<0,2	0,096	4
DBP (Dibutylphthalat)	µg/L		0,10		<0,2	0,15	-33	<0,2	0,10	0
DEHP	µg/L		7,0		11	2,6	323	4	8,9	-55
DEHA (Di-(2-ethylhexyl)adipat)	µg/L		0,12			0,076			0,094	
Pesticider										



2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	µg/L		0,015		<0,02	0,0061	64	<0,02	0,011	-9
AMPA	µg/L		0,16		0,02	0,12	-83	0,23	0,20	15
Bentazon	µg/L		0,0029			0,0068			0,0047	
Glyphosat	µg/L		0,23		0,06	0,32	-81	0,38	0,32	19
Isoproturon	µg/L		0,0023		0,02	0,0032	525	0,02		
Prosulfocarb	µg/L		0,016			0,081			0,027	
Terbutryn	µg/L					0,089				
Mechlorprop	µg/L		0,0030		0,05	0,0090	456	0,02		
Phenoler										
2,4-dichlorphenol	µg/L					0,016				
4-n-nonylphenol	µg/L		0,00087							
Bisphenol A	µg/L		0,20		0,22	0,074	197	0,13	0,15	-13
Nonylphenoler	µg/L		0,016			0,030			0,024	
NPE (nonylphenoethoxylater)	µg/L		0,052							
Pentachlorphenol	µg/L					0,0063				
Kulbrinter										
Sum af xylener (o,-m- og p-xilen)	µg/L		0,00049			0,013				
PFAS stoffer										
PFOA (Perfluoroktansyre)	ng/L									
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	ng/L									
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	ng/L									
PFNA (Perfluornonansyre)	ng/L									
Sum 4 PFAS	µg/L									
Sum PFAS	µg/L									
Øvrige stoffer										
LAS	µg/L		1,0			0,83			0,94	
Trichlorpropylphosphat	µg/L		0,058							
Tri-n-butyl-phosphat	µg/L		0,039							
Triphenylphosphat	µg/L		0,033							
TCPP	µg/L		0,14							

Konklusion

Med RegnKvalitet 2.1 er der gennemført en væsentlig opdatering af både datagrundlag og metoder. Der er tilføjet nye statistiske beregninger, forbedrede metoder til håndtering af værdier under detektionsgrænsen, vægtning af ikke-stikprøvebaserede data samt fem statistiske tests til vurdering af log-normalfordeling. Derudover er datasættet revideret, så overfladekategorier uden reelle analyseresultater er udgået, og brugen af depositionsdata fremhæves som alternativ, hvor direkte målinger mangler.

Analysen af typetal i forhold til miljøkvalitetskrav (MKK) viser, at en lang række miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) forekommer i koncentrationer, der overskrider gældende grænseværdier på tværs af de fleste overfladetyper. Særligt kobber, zink, bly, PAH'er, bisphenol A og DEHP overskrider ofte MKK og udgør dermed en væsentlig risiko for vandmiljøet. Denne udfordring er ikke begrænset til enkelte kilder, men er bredt til stede i samfundet, hvilket også understreger, at problematikken med MFS ikke i tilstrækkelig grad er tænkt ind i eksisterende reguleringer. Byggesektoren er et tydeligt eksempel, hvor materialevalg som zink og kobber fortsat er udbredt, selvom de dokumenteret bidrager til overskridelser.

De tidlige analyser peger på stigende koncentrationer af flere metaller og PAH'er i byområder, mens der ses faldende koncentrationer af PAH'er fra vejtrafik – sandsynligvis som følge af forbedret emissionsteknologi, ændret materialeanvendelse og øget udbredelse af elbiler. Disse resultater indikerer, at regulering og teknologisk udvikling kan have en reel effekt, men at udfordringen langt fra er løst.

Samlet set peger resultaterne på to nødvendige spor i indsatsen:

1. **Tekniske løsninger** – udvikling og implementering af renseløsninger til regnvand, især i følsomme områder, hvor MFS-overskridelser udgør størst risiko.
2. **Kildebegrænsning gennem regulering** – skærpet fokus på produkt- og materialevalg via både lokale planværktøjer (fx i lokalplaner) og national produktregulering. Ved at identificere og udfase de mest problematiske stoffer kan belastningen reduceres allerede ved kilden, hvilket både beskytter vandmiljøet og mindsker behovet for dyr og teknisk kompleks efterbehandling.

Dermed bidrager RegnKvalitet 2.1 med et forbedret og mere konsistent datagrundlag, som ikke kun understøtter vurderingen af miljømæssige risici ved regnvandsudledninger, men også giver vigtige input til den generelle diskussion om, hvordan regulering og forvaltning bør tilpasses for at håndtere miljøfarlige forurenende stoffer mere effektivt i fremtiden.

Litteraturliste

- /1/ [Vandkvalitet der BAT'er \(https://regnvandskvalitet-abc.teknologisk.dk/\)](https://regnvandskvalitet-abc.teknologisk.dk/)
- /2/ [National Stormwater Quality Database — INT'L STORMWATER BMP DBASE \(bmpdatabase.org\) \(https://bmpdatabase.org/national-stormwater-quality-database\)](https://bmpdatabase.org/national-stormwater-quality-database)
- /3/ [Stormwater Solutions - StormTac \(https://www.stormtac.com/\)](https://www.stormtac.com/)
- /4/ Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet Per og Polyfluoralkylstoffer (PFAS), Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 23. nov 2023, opdateret oktober 2024.
https://mst.dk/media/kqjd1ts3/pfas_miljoekvalitetskriterier.pdf
- /5/ Spildevandsbekendtgørelsen, BEK nr 532 af 27/05/2024
- /6/ Miljøministeriet, Miljøstyrelsen (2025): Vejledning til bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til overfladevand og havområder med ofte stillede spørgsmål og svar, offentliggjort 4. april 2025. [Brev \(https://mst.dk/media/g05jpmjk/spoergsmaal-og-svar-om-udledning-af-visse-forurenende-stoffer-april-2025.pdf\)](https://mst.dk/media/g05jpmjk/spoergsmaal-og-svar-om-udledning-af-visse-forurenende-stoffer-april-2025.pdf)
- /7/ Social-, Bolig og Ældreministeriet (2024): Tillægssaftale mellem regeringen (Socialdemokratiet, Venstre og Moderaterne) og Socialistisk Folkeparti, Det Konservative Folkeparti, Enhedslisten, Radikale Venstre og Alternativet om national strategi for bæredygtigt byggeri.
https://www.sbst.dk/Media/638536182872237137/Till%C3%A6gsaftale_om_stramning_af_CO2e-krav_til_bygninger.pdf
- /8/ Bekendtgørelse om forbud mod import, salg og fremstilling af cadmiumholdige varer, BEK nr 858 af 05/09/2009

Bilag

Bilag A T-Test af om overfladetyperne for veje kan puljes

Tabel 1 præsenterer de statistiske analyser, der er foretaget for at vurdere, om data for forskellige vejtyper kan samles i én fælles kategori ved vurdering af koncentrationer af miljøfarlige forurenende stoffer (MFS) i regnafstrømning.

For hver MFS-parameter og vejtype er der gennemført en t-test, hvor data fra én vejtype sammenlignes med data fra de øvrige vejtyper for samme parameter. Nulhypotesen i testene var, at vejtyperne har samme middelværdi og varians. Ved et signifikansniveau på 0,05 forkastes nulhypotesen, hvis der er statistisk signifikant forskel mellem grupperne. Resultaterne er vist i tabellerne nedenfor, hvor rød farve angiver, at forskellen er signifikant, mens grøn farve angiver, at nulhypotesen ikke forkastes.

Tabel 1: *Analyse af, om de fire vejtyper kan slås sammen.*

	Veje_1	Veje_2	Veje_3	Veje_4
Konduktivitet (Ledningsevne) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]				
Suspenderede stoffer [mg/L]				
BI5 (uden ATU) [mg/L]				
Biokemisk iltforbrug (BOD5) [mg/l]				
COD [mg/L]				
Sulfat [mg/L]				
Total Nitrogen [mg/L]				
Total Phosphor [mg/L]				
Aluminium (Al) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Barium ($\mu\text{g}/\text{L}$)				
Bly (Pb) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Bly (Pb) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Cadmium (Cd) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Cadmium (Cd) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Chrom (Cr) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Chrom (Cr) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Jern total [mg/L]				
Jern, Fe, filt [mg/L]				
Kobber (Cu) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Kobber (Cu) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Nikkel (Ni) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Nikkel (Ni) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Vanadium [$\mu\text{g}/\text{L}$]				
Vanadium, V, filt [$\mu\text{g}/\text{L}$]				
Zink (Zn) [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Zink (Zn) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Acenaphthen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Acenaphthylen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benz(e)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benzen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benzo(a)anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benzo(a)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benzo(b+j+k)fluoranthren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Benzo(g,h,i)perylene [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Chrysen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Chrysen/ Triphenylen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Dibenz(a,h)anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Ethylbenzen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Fluoranthren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Fluoren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Indeno(1,2,3-cd)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]				
Naphthalen [$\mu\text{g}/\text{l}$]				

Phenanthren [$\mu\text{g/l}$]				
Pyren [$\mu\text{g/l}$]				
Toluen [$\mu\text{g/l}$]				
Triphenylen [$\mu\text{g/l}$]				
BBP (Benzylbutylphthalat) [$\mu\text{g/l}$]				
DBP (Dibutylphthalat) [$\mu\text{g/l}$]				
DEHP [$\mu\text{g/l}$]				
DEP (Diethylphthalat) [$\mu\text{g/l}$]				
Di-(2-ethylhexyl)adipat (DEHA) [$\mu\text{g/L}$]				
Bisphenol A [$\mu\text{g/l}$]				

Analysen viser, at det generelt ikke anbefales at slå alle vejtyper sammen, idet der især for de største veje (Veje_4) er væsentlige forskelle i koncentrationsniveauerne i forhold til de øvrige vejtyper. En særskilt analyse er derfor foretaget for at vurdere, om Veje_1, Veje_2 og Veje_3 kan sammenslås. Resultaterne af denne vurdering fremgår ligeledes af bilaget Tabel 2 og viser, at det kun for visse stoffer kan være forsvarligt at samle disse vejtyper, mens forskellene i de fleste tilfælde er for store til at muliggøre en generel sammenskrivning.

Tabel 2: Analyse af, om Vej 1, Vej 2 og Vej 3 kan slås sammen.

	Veje_1	Veje_2	Veje_3
Konduktivitet (Ledningsevne) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]			
Suspenderede stoffer [mg/L]			
BI5 (uden ATU) [mg/L]			
Biokemisk iltforbrug (BOD5) [mg/l]			
COD [mg/L]			
Jod [$\mu\text{g}/\text{L}$]			
Sulfat [mg/L]			
Total Nitrogen [mg/L]			
Total Phosphor [mg/L]			
Aluminium (Al) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Barium ($\mu\text{g}/\text{L}$)			
Bly (Pb) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Bly (Pb) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Cadmium (Cd) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Cadmium (Cd) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Chrom (Cr) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Chrom (Cr) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Jern total [mg/L]			
Jern, Fe, filt [mg/L]			
Kobber (Cu) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Kobber (Cu) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Nikkel (Ni) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Nikkel (Ni) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Vanadium [$\mu\text{g}/\text{L}$]			
Vanadium, V, filt [$\mu\text{g}/\text{L}$]			
Zink (Zn) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Zink (Zn) filtreret [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Acenaphthen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Acenaphthylen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benz(e)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benzen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benzo(a)anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benzo(a)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benzo(b+j+k)fluoranthren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Benzo(g,h,i)perylene [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Chrysen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Chrysen/ Triphenylen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Dibenz(a,h)anthracen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Ethylbenzen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Fluoranthren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Fluoren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Indeno(1,2,3-cd)pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Naphthalen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Phenanthren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Pyren [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Toluen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Triphenylen [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
BBP (Benzylbutylphthalat) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
DBP (Dibutylphthalat) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
DEHP [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
DEP (Diethylphthalat) [$\mu\text{g}/\text{l}$]			
Di-(2-ethylhexyl)adipat (DEHA) [$\mu\text{g}/\text{L}$]			
Bisphenol A [$\mu\text{g}/\text{l}$]			

Bilag B Revideret bruttoliste af parametre i indsamlet data

Bilag B indeholder den reviderede bruttoliste af parametre til opdateringen af RegnKvalitet. Tabel 1 viser hvilke parametre der opfylder udvælgelseskriterierne (>2 analyseresultater for mindst én overfladetype samt enten have et fastsat miljøkvalitetskrav eller tidligere have været inkluderet i RegnKvalitet 1.3), ved at være markeret med mørkegrøn i kolonne 'Antal overfladetyper med >2 prøver'. Den lysegrønne farve indikerer at der er >2 analyseresultater for den pågældende overfladetype. I tabellen er det medtaget om der findes MKK (miljøkvalitetskrav), samt om parameteren er med i RegnKvalitet 1.3. Rækker markeret med orange er parametre der ikke møder kriterierne og dermed indgår ikke i RegnKvalitet 2.1. Undtagelser til udvælgelseskriterierne har ingen markeringer.

Tabel 1 Revideret bruttoliste af parametre til karakterisering af regnvandsbetingede udledninger indsamlet til RegnKvalitet 2.1 med angivelse af antal analyser for hver parameter og overfladetype, samt angivelse af udvælgelseskriterierne (MKK eller VKK, parameteren har >2 analyseresultater for minimum 1 overfladetype, er i forvejen inkluderet i RegnKvalitet 1.3).

	Centrale bymiljøer	Høje boligområder	Lave boligområder	Tage med kobber	Tage med zink	Tage af andre materialer	Veje mindre 500	Veje 500-5000	Veje 5000-15000	Veje større 15000	P-pladser	P-pladser store køretøjer	Industriområder	Oplagspladser	Kunstgræsbaner	Deposition	Antal overfladetyper med >2 prøver	MKK	RegnKvalitet 1.3
Parametre og næringssalte																			
Konduktivitet	0	0	18	0	0	14	28	21	7	8	12	0	0	7	5	0	9		x
SS	4	26	169	10	6	15	53	41	32	26	24	7	6	7	30	0	15		x
BOD	2	10	76	0	0	11	38	14	7	7	6	3	0	7	16	0	11		x
COD	2	26	125	0	3	15	53	14	7	10	6	8	5	7	22	0	13		x
Jod	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	x	
Sulfat	1	1	4	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	3	0	5		
TN	2	26	163	10	4	14	55	39	31	21	17	7	6	6	14	48	15		x
TP	4	26	187	10	4	18	60	40	32	31	24	9	20	6	13	3	16		x
Metaller																			
Aluminium (Al)	1	1	31	0	0	3	4	3	1	0	1	0	21	0	3	0	6		
Arsen total	1	0	6	0	0	0	0	0	0	18	0	0	2	0	2	9	3	x	
Arsen filtreret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	2	0	1	x	
Barium	1	0	1	0	0	0	0	13	16	4	0	8	2	0	0	0	4	x	
Bly (Pb)	26	23	108	12	4	17	11	29	31	27	24	8	7	11	32	11	16	x	x
Bly (Pb) filtreret	16	0	53	5	10	2	54	35	30	10	23	7	14	0	3	0	12	x	x
Cadmium (Cd)	9	1	40	2	0	3	26	19	19	14	6	8	2	0	3	9	11	x	
Cadmium (Cd) filtreret	4	0	30	0	0	0	1	15	18	13	5	8	2	0	0	0	7	x	
Chrom (Cr)	9	1	40	2	0	3	25	19	19	10	6	0	2	0	5	9	10	x	
Chrom (Cr) filtreret	4	0	48	0	0	0	1	15	18	6	5	8	21	0	2	0	8	x	
Jern total	21	0	28	0	0	0	0	11	16	7	1	0	0	0	0	9	6		
Jern, Fe, filt	0	0	11	0	0	0	0	14	16	0	0	0	11	0	0	0	4		
Kobber (Cu)	27	27	107	14	4	21	32	33	31	33	24	0	5	11	22	10	15		x
Kobber (Cu) filtreret	17	4	59	5	7	1	40	38	30	16	23	8	23	0	4	0	13		x
Kviksølv	4	0	30	0	0	0	0	0	0	6	6	8	2	0	0	0	5	x	
Kviksølv filtreret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1	x	
Nikkel (Ni)	9	1	40	2	0	3	26	19	19	20	6	0	2	0	5	9	10		
Nikkel (Ni) filtreret	4	0	44	0	0	0	1	15	18	16	5	8	17	0	2	0	8		
Vanadium	2	1	4	0	0	3	3	3	1	4	0	8	2	0	3	0	7	x	
Vanadium, V, filt	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	8	0	0	0	0	2	x	
Zink (Zn)	28	27	108	12	19	22	33	33	31	33	24	0	7	11	63	12	15	x	x
Zink (Zn) filtreret	13	4	58	5	10	2	40	38	30	16	23	8	21	0	5	0	13	x	x
PAH																			
1-Methylnaphthalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	13	2	x	
2-Methylnaphthalen	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	14	2	x	
Acenaphthen	12	22	73	0	0	14	42	39	29	13	8	4	2	8	5	12	13	x	x



Acenaphthylene	5	0	29	0	0	0	3	16	18	10	6	0	0	0	0	14	8	x	
Anthracen	6	0	30	0	0	0	3	16	18	10	6	1	2	0	0	9	8	x	
Benz(e)pyren	2	0	2	0	0	0	2	16	18	0	0	0	0	0	0	18	3		
Benzen	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	1	x	
Benzo(a)anthracen	5	0	29	0	0	0	5	16	18	10	6	0	0	0	0	13	8	x	
Benzo(a)pyren	13	22	88	0	3	15	44	39	29	13	8	5	4	11	13	17	15	x	x
Benzo(b+j+k)fluoranthene	12	22	64	0	3	15	44	39	29	13	8	0	2	11	5	19	13	x	x
Benzo(g,h,i)perylene	12	22	87	0	3	15	44	39	29	13	8	0	2	11	5	18	13	x	x
Benzothiophene	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Chrysen	5	0	28	0	0	0	0	16	18	0	6	0	0	0	0	0	5	x	
Chrysen/ Triphenylene	0	0	1	0	0	0	5	0	0	10	0	0	0	0	0	17	3	x	
Dibenz(a,h)anthracene	5	0	29	0	0	0	5	16	18	10	6	0	0	0	0	13	8	x	
Dibenzofuran	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dibenzothiophene	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	1		
Ethylbenzene	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	1	x	
Fluoranthene	13	22	87	0	3	17	44	39	29	13	8	5	3	11	5	17	15	x	x
Fluorene	12	22	72	0	0	14	42	39	29	13	8	4	1	11	5	16	13	x	x
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	12	22	87	0	3	15	42	39	29	13	8	0	2	11	5	18	13	x	x
Naphthalene	6	0	30	0	0	0	5	16	18	10	6	0	2	0	0	16	8		
Phenanthrene	12	22	86	0	0	16	44	39	29	13	8	4	1	11	5	18	13	x	x
Pyrene	12	22	87	0	0	16	44	39	29	13	8	5	2	11	5	19	13	x	x
Toluene	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	0	0	0	0	1	x	
Triphenylene	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	
Phthalate																			
BBP (Benzylbutylphthalate)	0	19	51	0	0	0	23	16	2	9	0	0	1	11	25	0	7	x	x
DBP (Dibutylphthalate)	0	19	51	0	0	0	23	16	2	9	0	0	1	11	25	0	7	x	x
DEHP	4	26	73	0	0	0	27	24	5	18	2	5	4	11	60	0	11	x	x
DEP (Diethylphthalate)	0	0	7	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	2		
Di-(2-ethylhexyl)adipate (DEHA)	0	13	40	0	0	0	15	8	0	0	0	0	1	2	13	0	5	x	x
Diisononylphthalate (DINP)	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Di-n-octylphthalate (DNOP)	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
DMP (Dimethylphthalate)	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1		
DNP (Diisononylphthalate)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
DOP (Diocetylphthalate)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pyridine	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pesticides																			
1,2,4-Triazole	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	x	
2,4-D	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
2,6-Dichlorobenzamide (BAM)	1	18	50	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	x	x
R471811	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AMPA	1	21	37	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3		x
Atrazine, didealkylhydroxy	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Azoxystrobin	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		
Bentazone	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	x	
Carbendazim	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1		
Clopyralid	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dicamba	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dichlofluanid	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dichloroprop(2,4-DP)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	x	
Diflufenican	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1		
DNOC	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	1		
Fluroxypyr	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Glyphosate	1	21	51	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	0	1	3	x	x
Isoproturon	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8	1	x	x
MCPA	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	16	2		
MCPP	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1		
N,N-Dimethylsulfamide (DMS)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Prosulfocarb	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16	1	x	
s-Triazole	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	x	
Terbutryn	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	
Tolyfluanid	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mechlorprop	0	18	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3		x
Phenols																			
2,4-dichlorophenol	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	

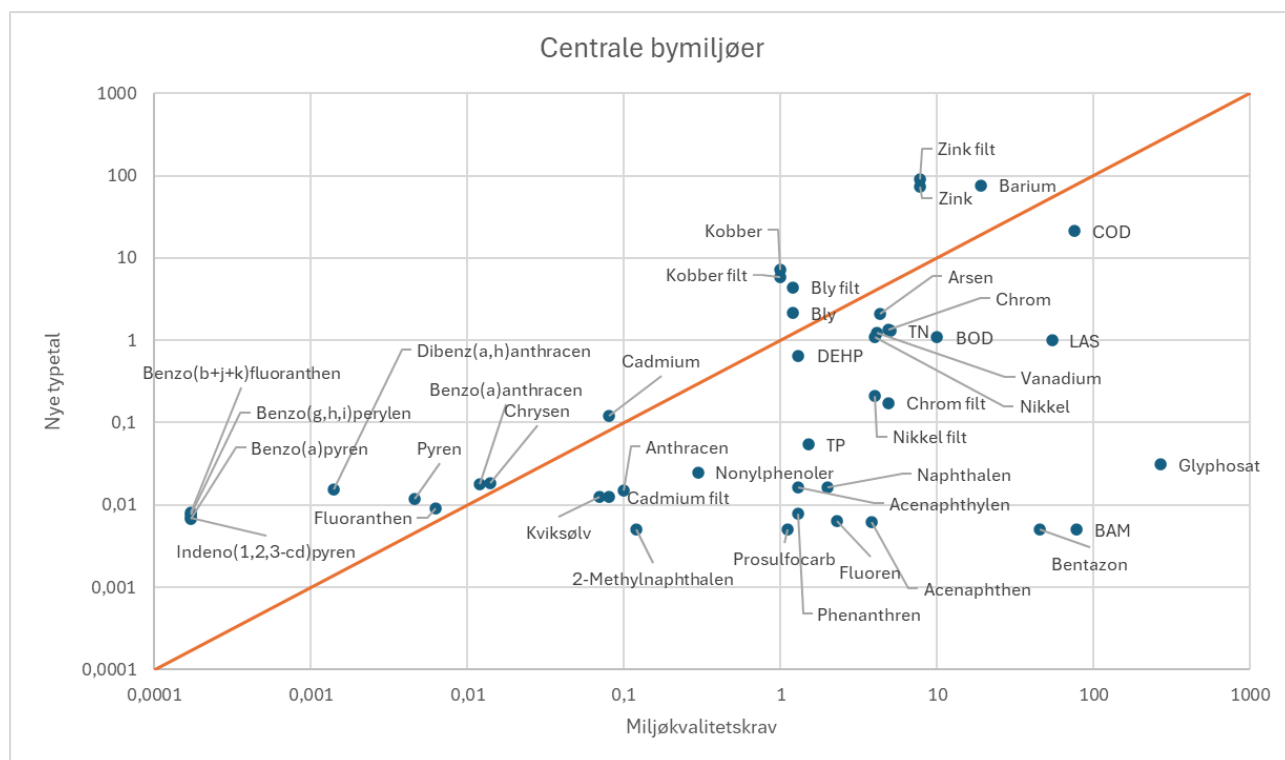
4-nitrophenol	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	16	1		
4-n-nonylphenol	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	x	
4-n-octylphenol	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
4-tert-octylphenol	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
OP2EO	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
OP1EO	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
Bisphenol A	0	25	61	0	0	0	12	21	11	0	2	4	1	2	2	0	6	x
NP2EO	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
Nonylphenoler	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	0	0	0	2	x
NP1EO	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	x	
NPE	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
Pentachlorphenol	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
Kulbrinter																		
m+p-Xylen	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	x
o-Xylen	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	x
Sum af xylen (o,-m- og p-xylen)	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	3	0	0	0	0	1	x
PFAS stoffer																		
PFBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFBS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFDoDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFDS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
PFHpA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFHpS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFHxA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFHxS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	x
PFPeA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFPeS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
PFTTrDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFUnA/PFUnDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFTeDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
6:2 FTOH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
8:2 FTOH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
ADONA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
C6O4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
HFPO-DA (Gen X)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	(x)
PFHxDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
PFODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(x)
Sum 4 PFAS (PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Sum PFAS*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	x
Øvrige stoffer																		
LAS	1	0	1	0	0	0	1	11	0	0	0	2	2	0	0	0	1	x
Trichlorpropylphosphat	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
Tri-n-butyl-phosphat	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
Triphenylphosphat	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
TCPP	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x

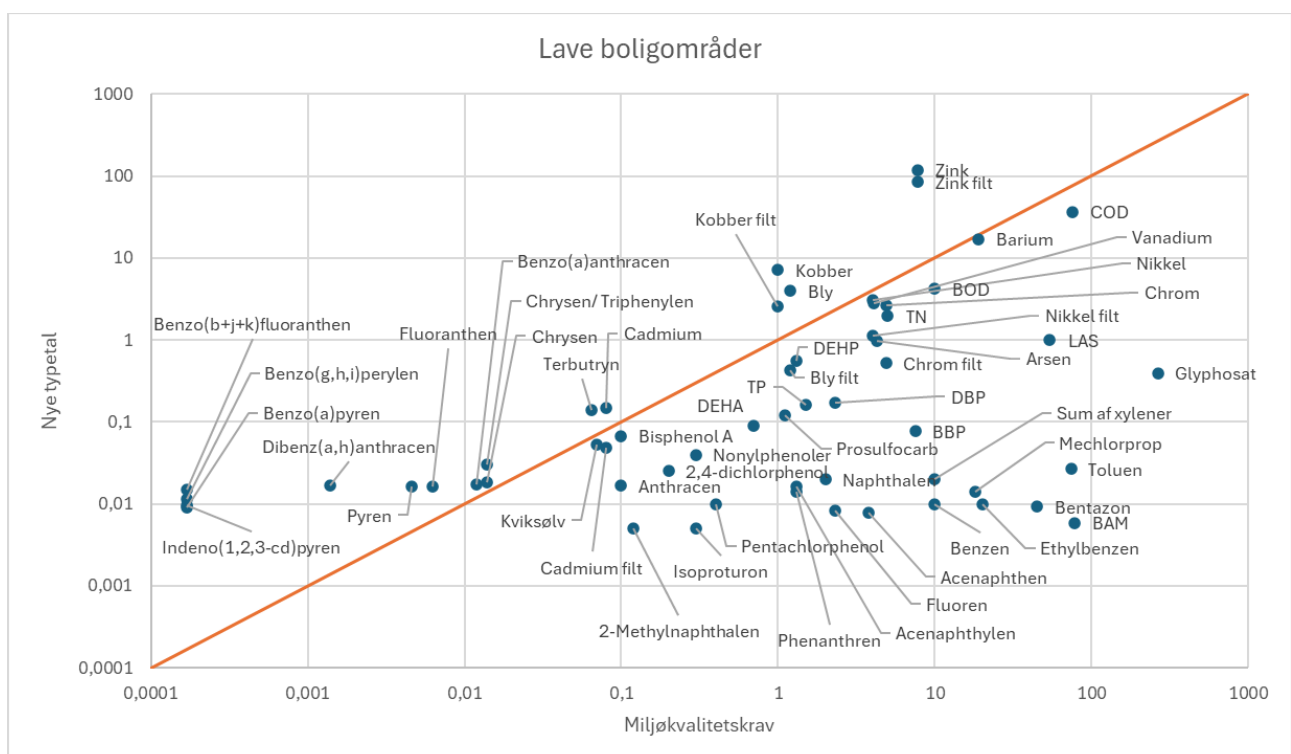
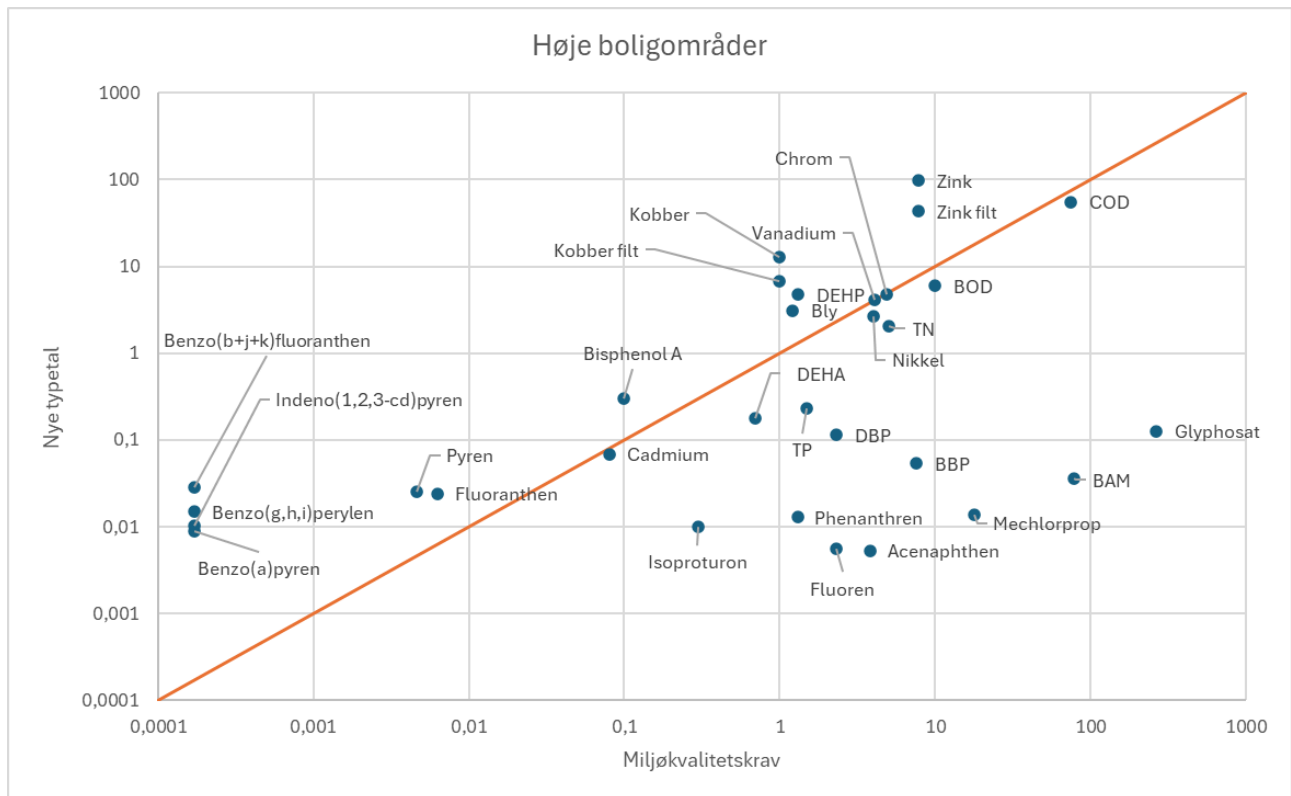
* Summen af de tilgængelige analyseresultater af 24 PFAS, beregnet som PFOA-ækvivalenter beskrevet i Miljøstyrelsens VKK for PFAS.

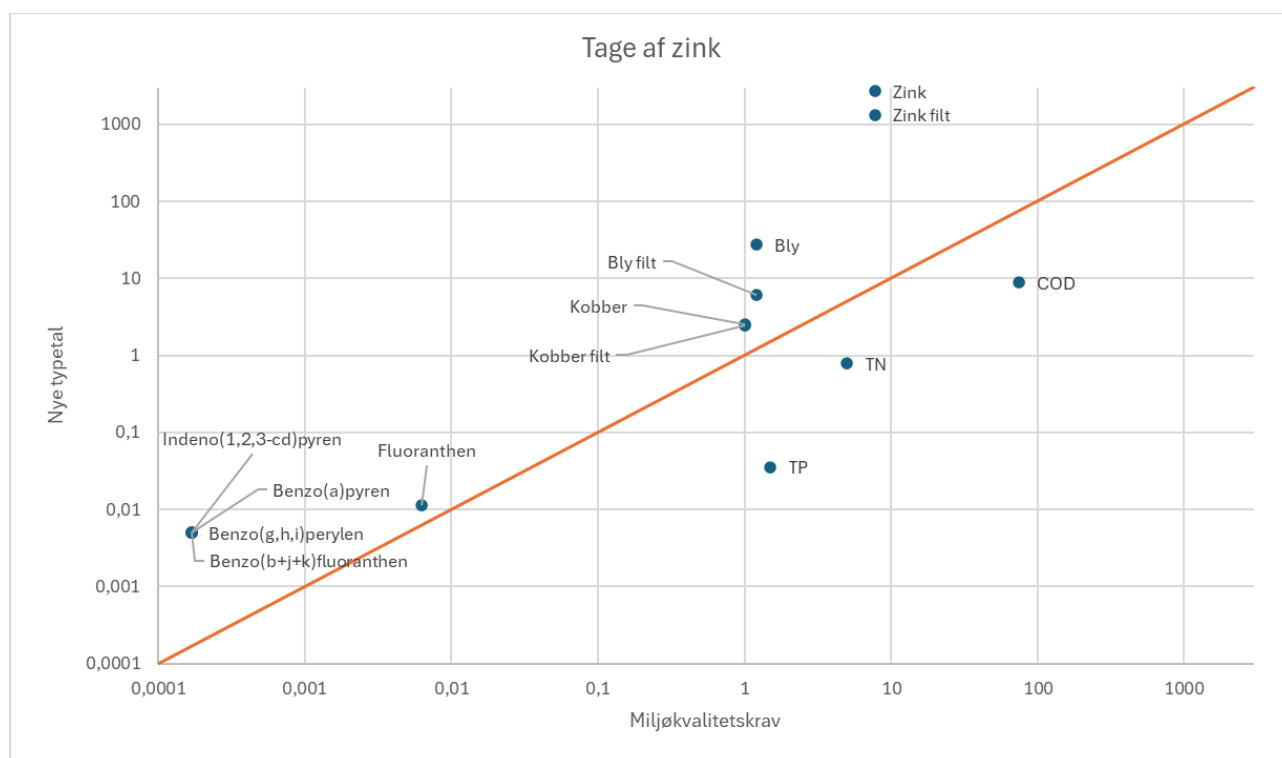
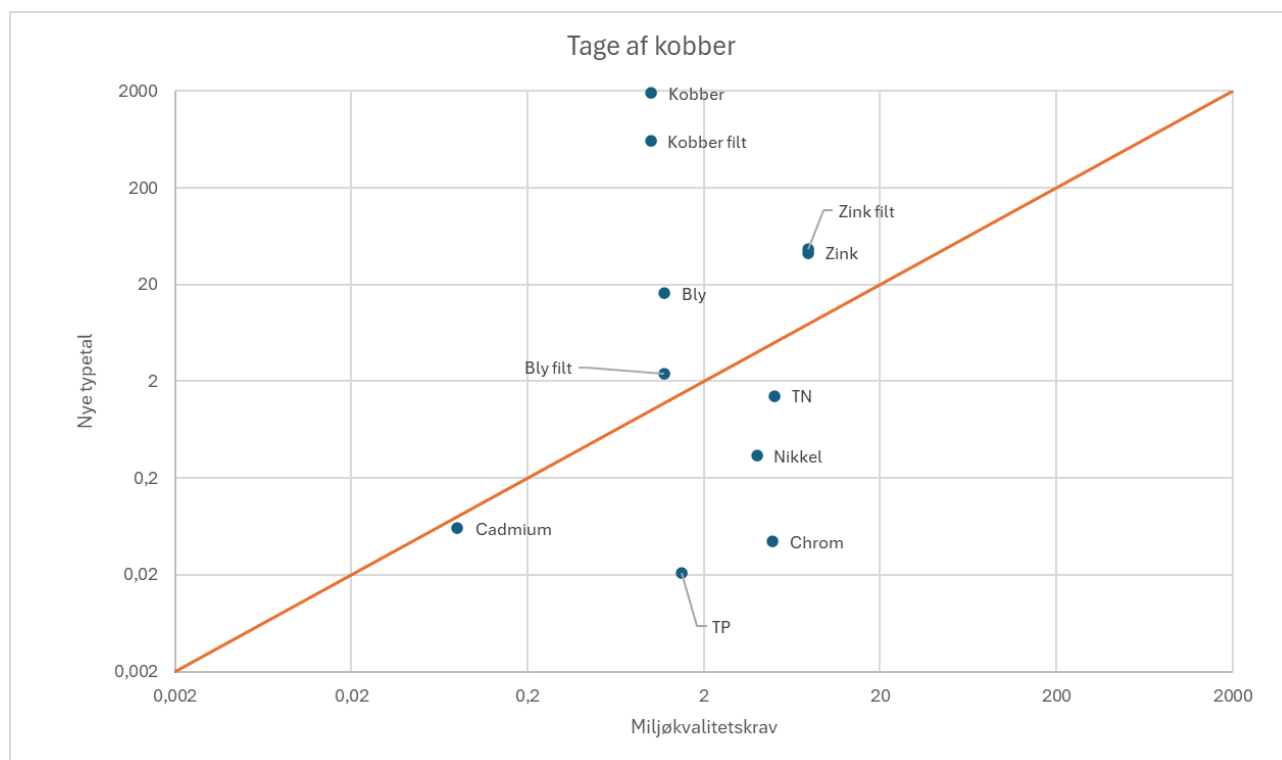
Lysegrøn angiver > 2 analyseresultater, mørkegrøn angiver at parameteren opfylder de angivne kriterier. Orangeskrift indikerer fravalgte parametre. Parametre der ikke er orange eller har en mørkegrøn markering, er undtagelser til udvælgelseskriterierne og medtaget i RegnKvalitet 2.1. Udvælgelseskriterierne er >2 analyser for en overfladetype, samt enten et fastsat miljøkvalitetskrav eller tidligere have været inkluderet i RegnKvalitet 1.3.

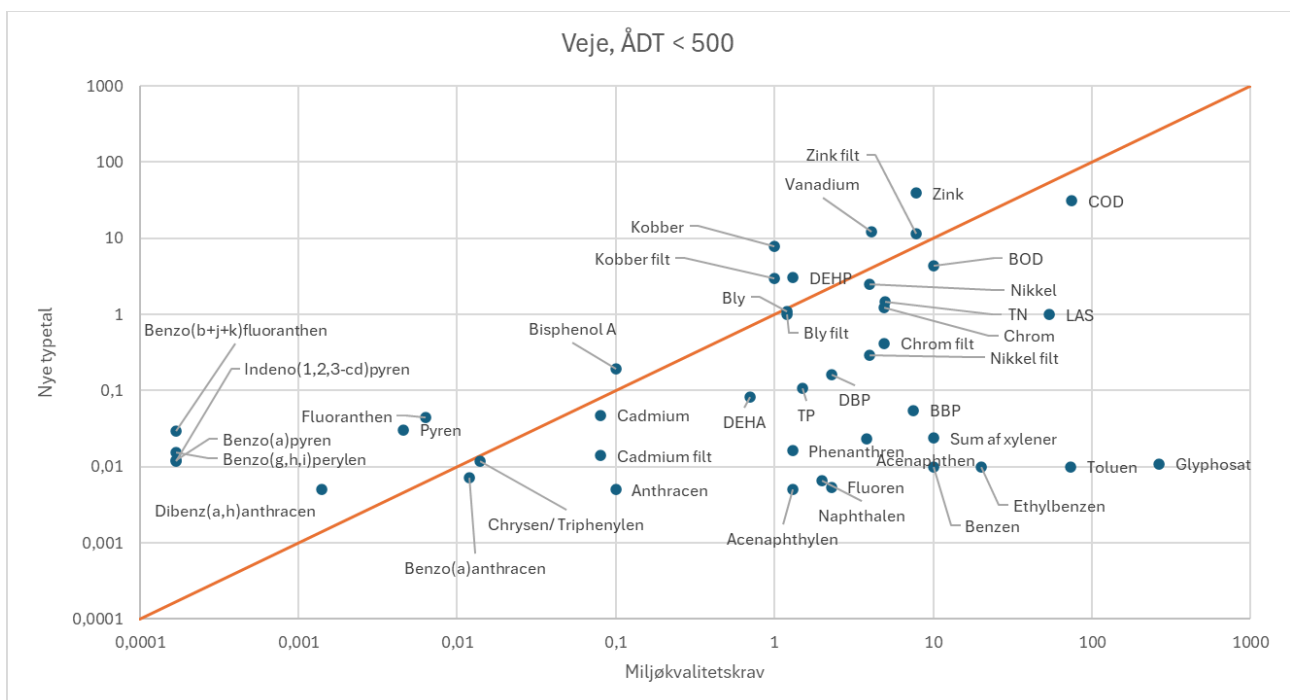
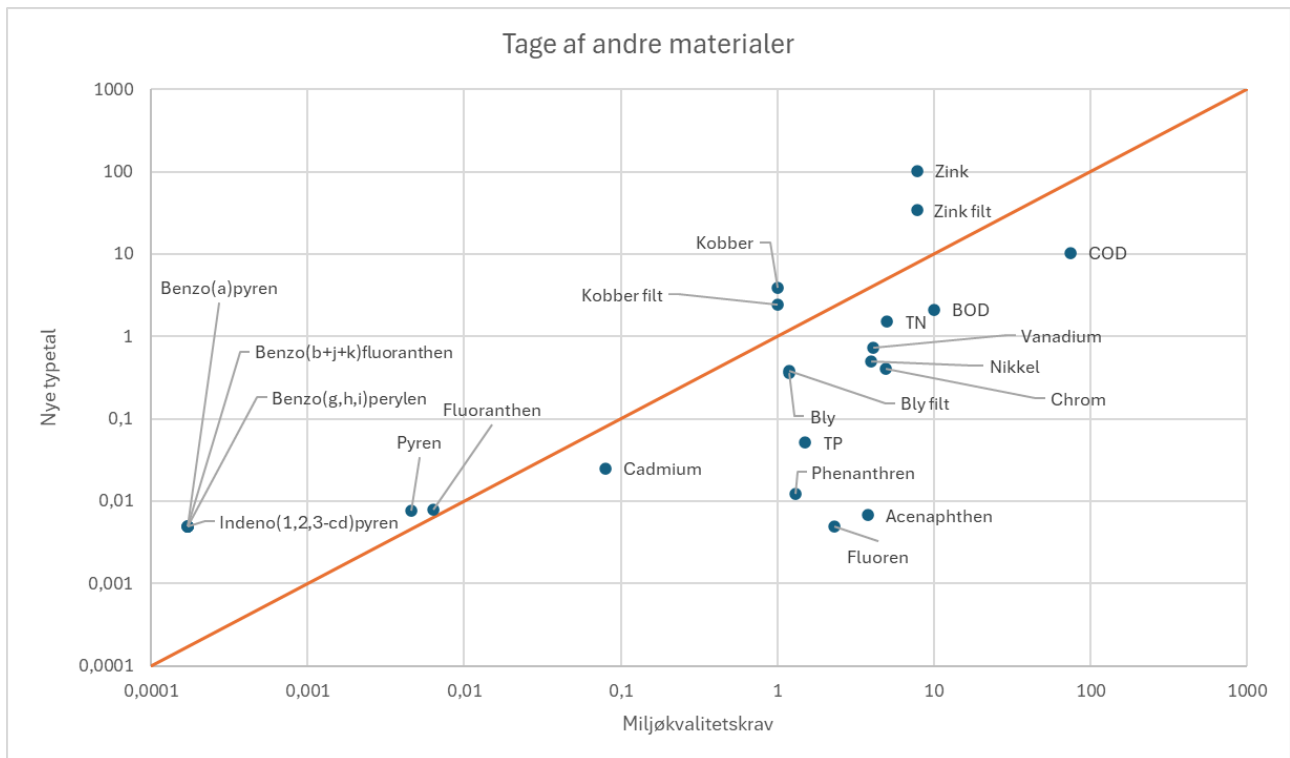
Bilag C Grafisk fremstilling af typetal v MKK for overfladekategorierne

Bilag C præsenterer grafer for samtlige overfladekategorier, hvor typetallene sammenholdes med de tilhørende miljøkvalitetskrav (MKK). På graferne er MKK vist på x-aksen og typetallet på y-aksen for de inkluderede parametre. Datapunkter placeret over diagonalen markerer overskridelser af de fastsatte MKK.



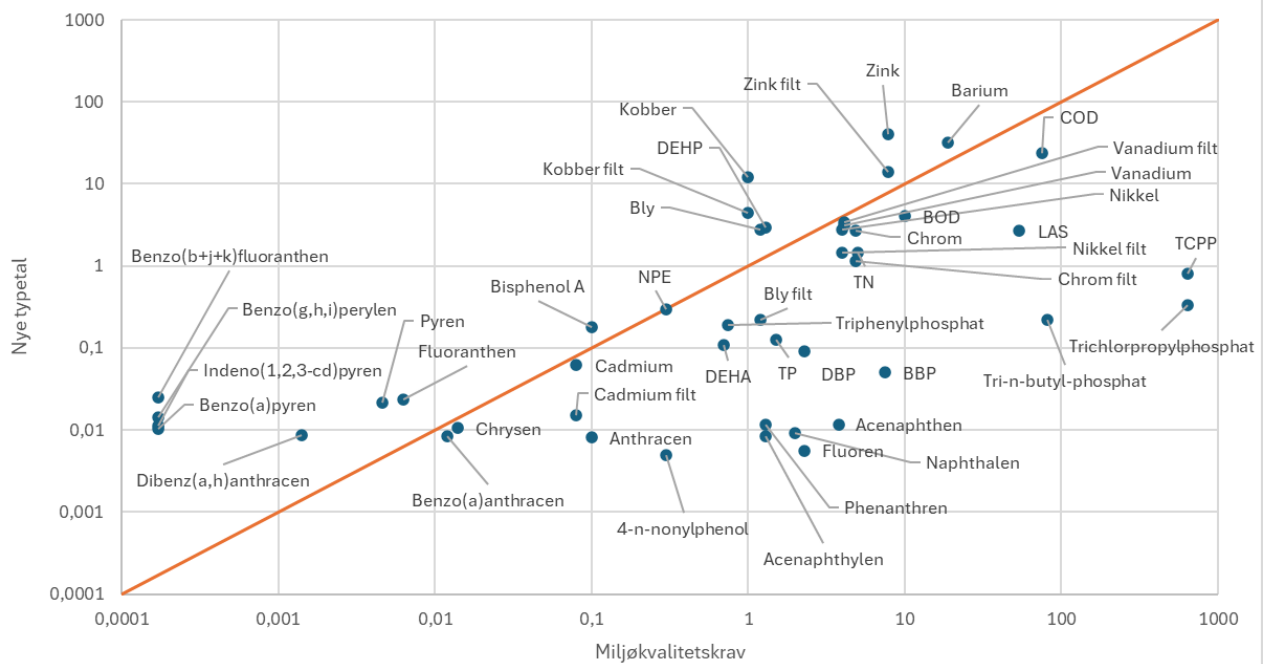




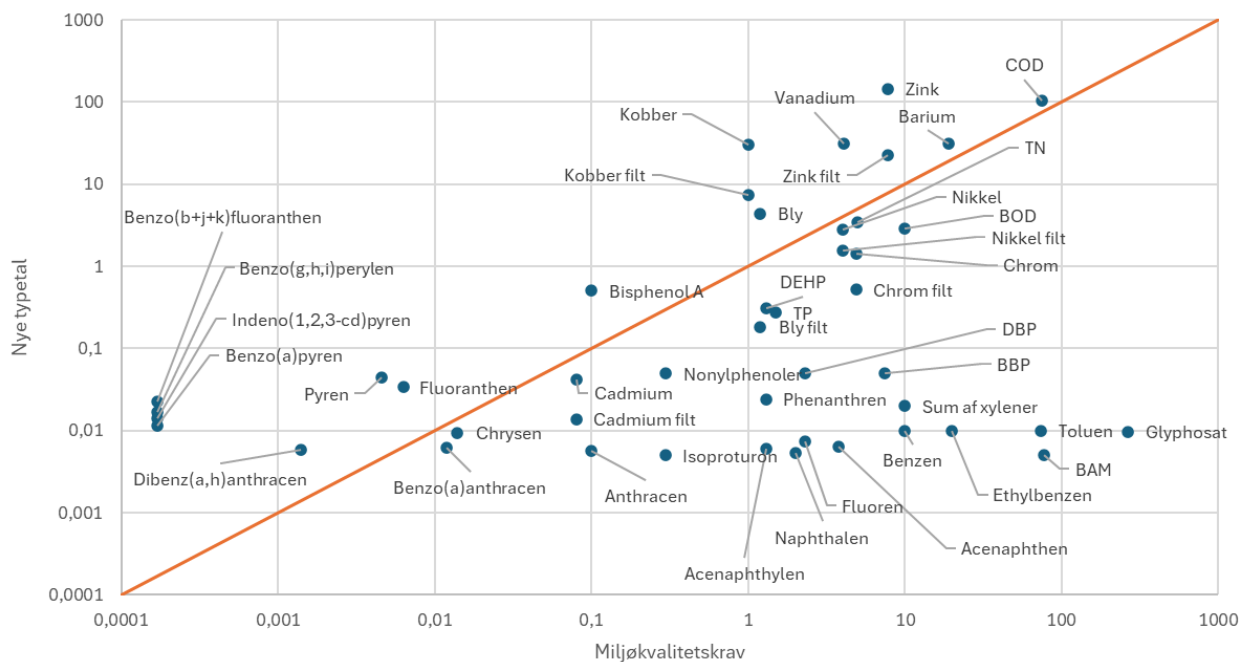


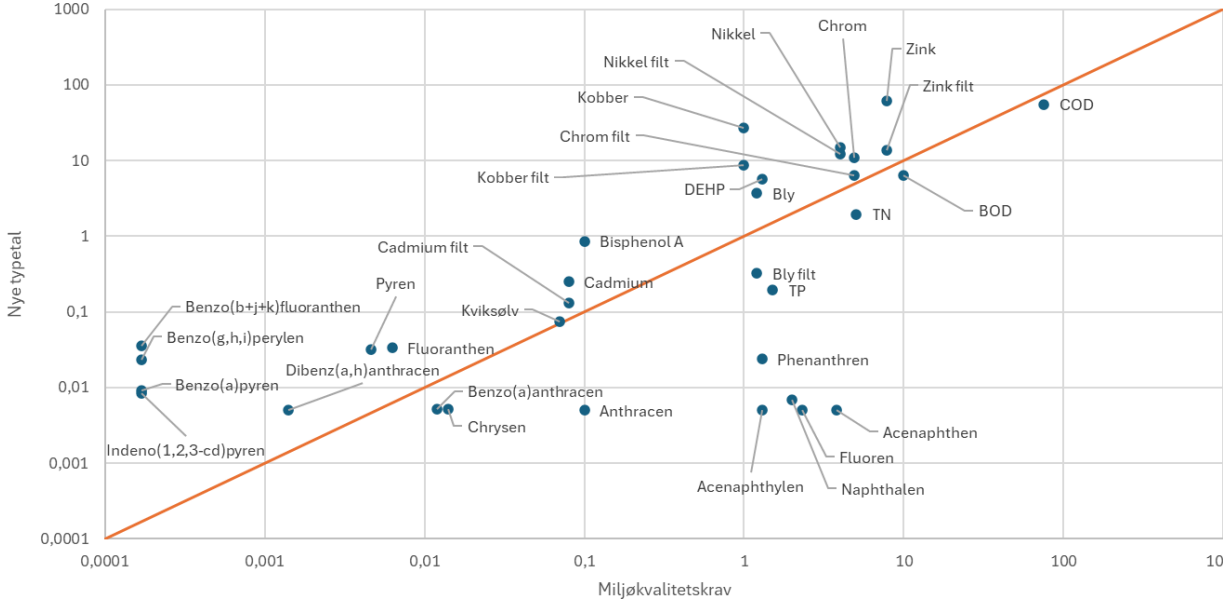
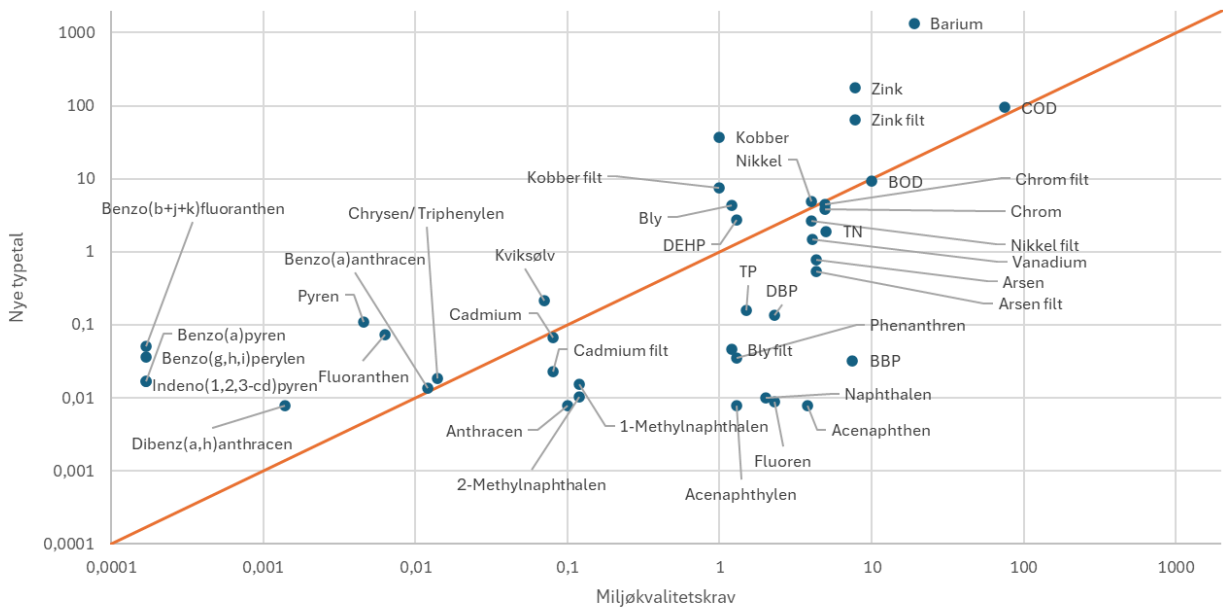


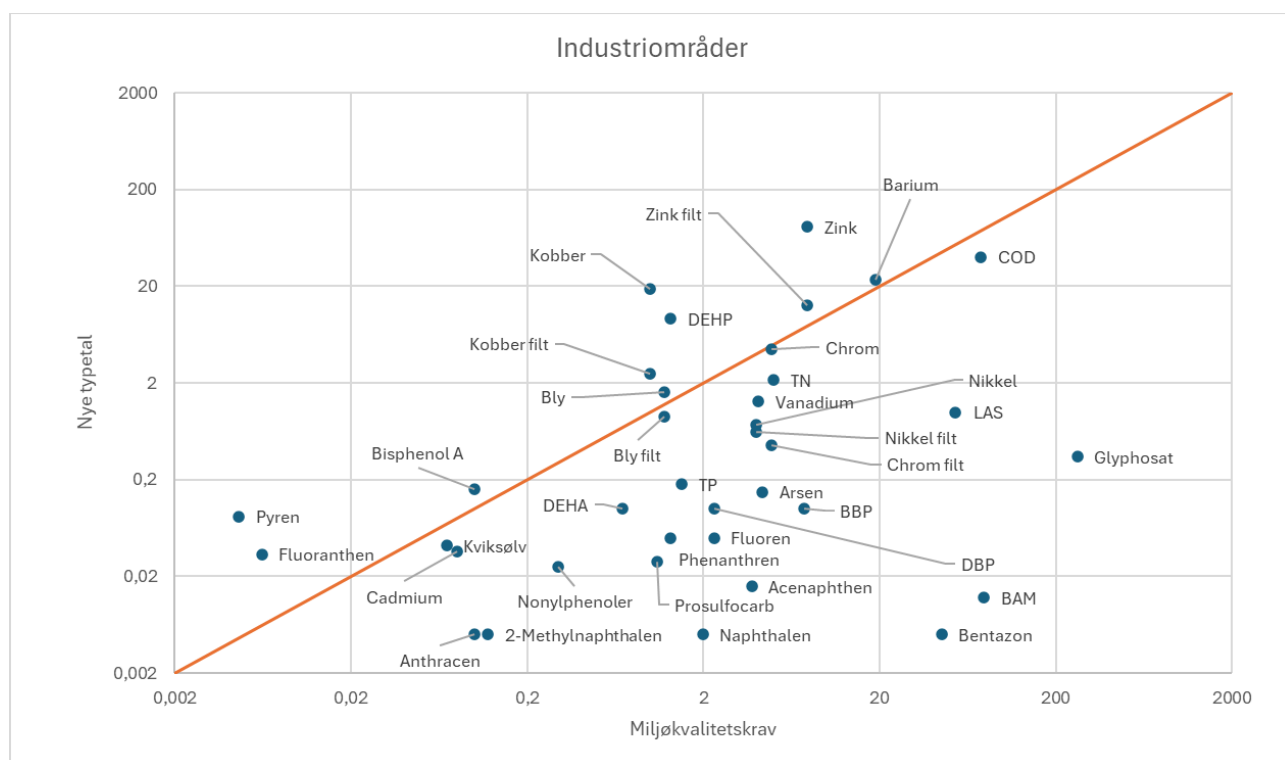
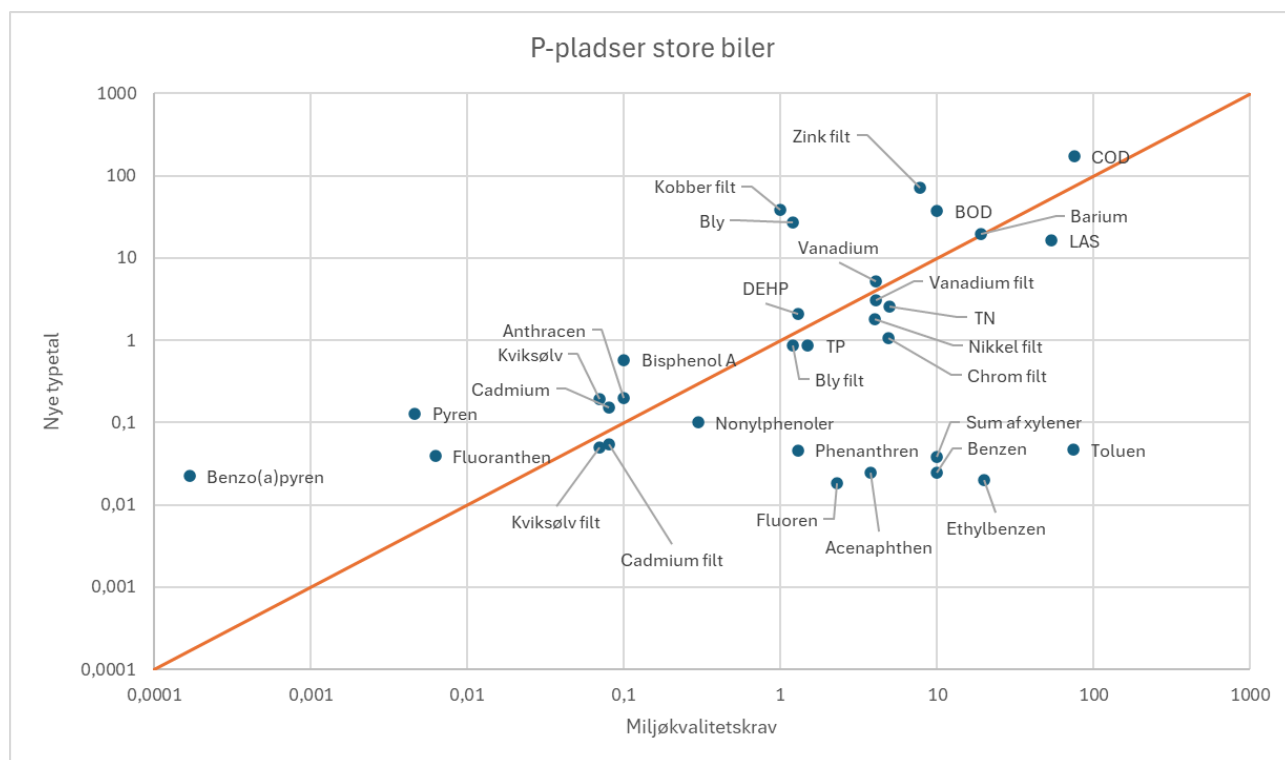
Veje, ÅDT 500-5.000

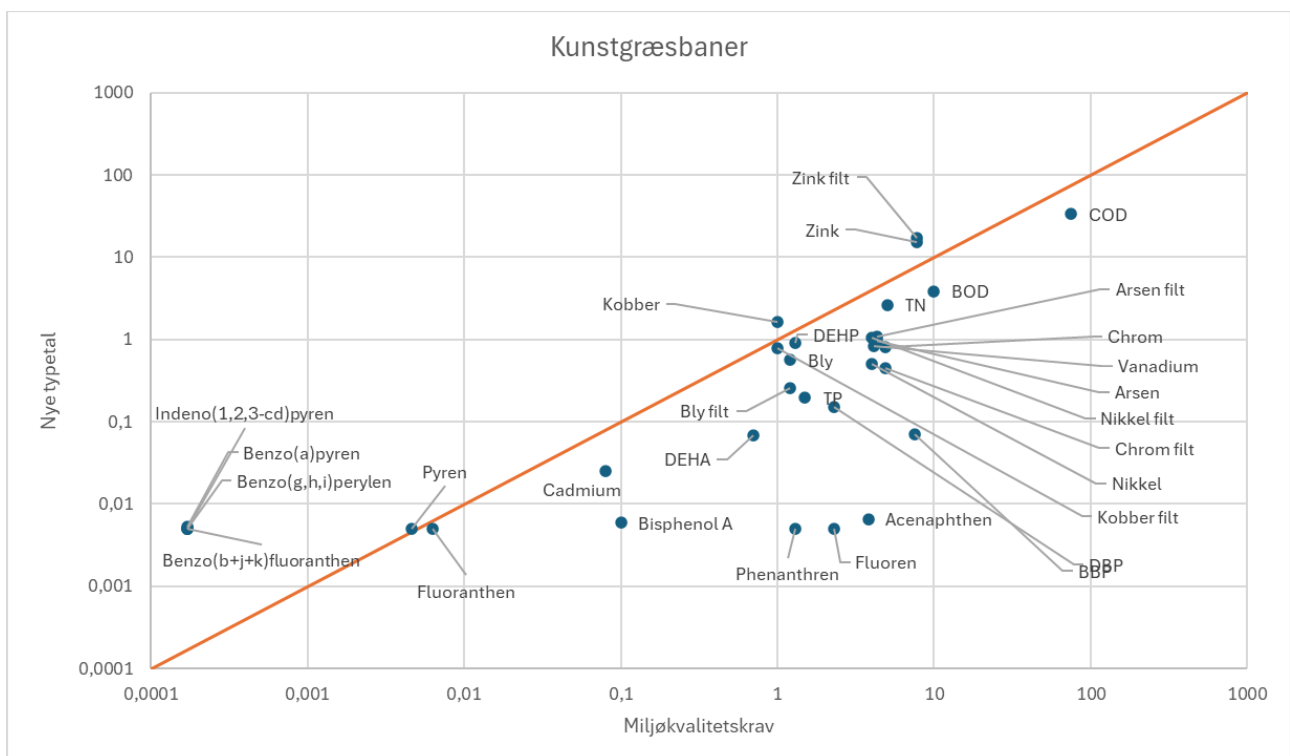
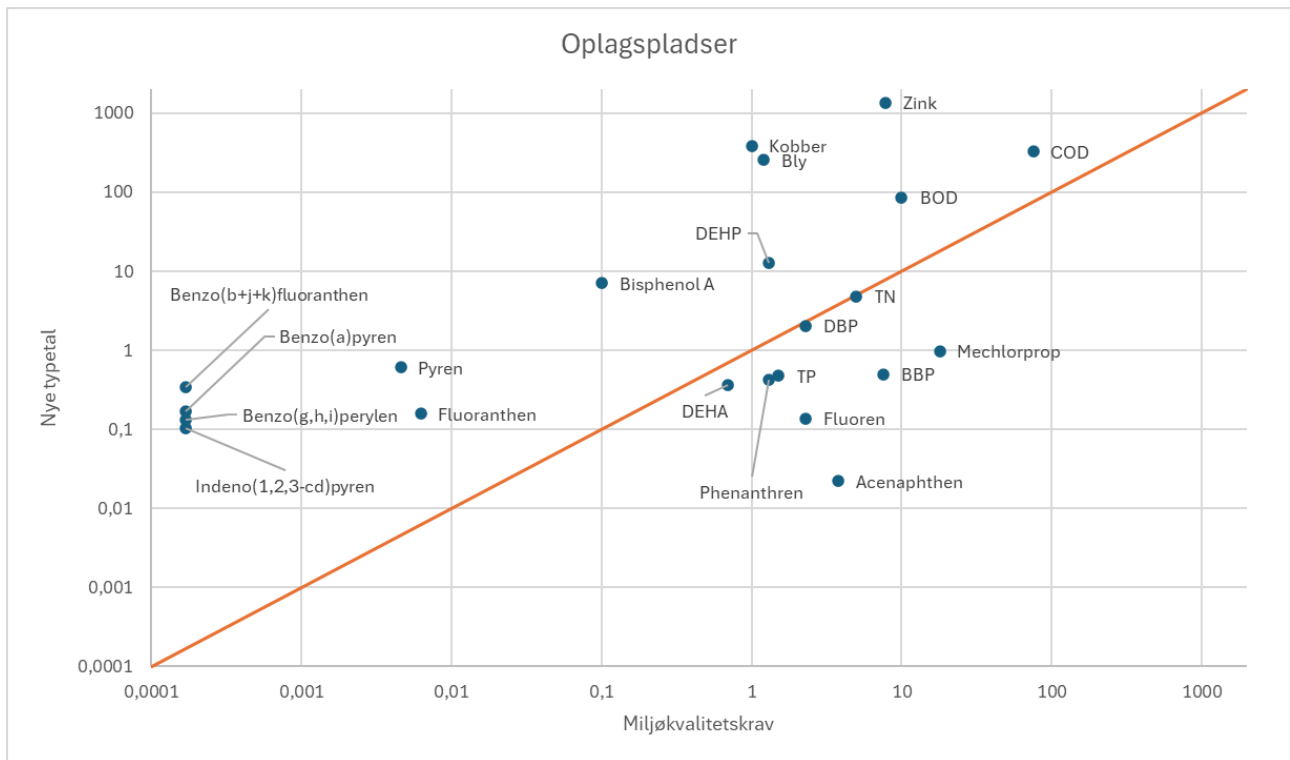


Veje, ÅDT 5.000-15.000









Bilag D Typetal beregnet i RegnKvalitet 2.1

Tabellen nedenfor viser det geometriske gennemsnit (typetallet) for de enkelte parametre for hver overfladekategori. Specielt for PAH'er er det vigtigt at være opmærksom på at analysedata og dermed det geometriske gennemsnit kan indeholde mange koncentrationer <DL. Cellernes farvemærkning viser antallet af datapunkter som det geometriske gennemsnit beregnes ud fra. Rød: Ingen data, orange: 1-4 datapunkter, grøn > 4 datapunkter.

Parametre og næringssalte	Enhed	Deposition	Centrale bymiljøer	Kunstgræs-baner	Tage med kobber	Tage med zink	Tage af andre materialer	Veje (ADT < 500)	Veje (ADT 500 - 5.000)	Veje(ADT 5.000-15.000)	Veje(ADT > 15.000)	P-pladser	P-pladser for busser og lastbiler	Industri-områder	Oplagspladser til skrot og affald	Lave boligområder	Høje boligområder
Konduktivitet (Ledningsevne)	µS/cm			550			13	35	25	150	660	3,8			130	32	
Suspenderede stoffer	mg/L		6,3	3,0	3,8	2,4	4,6	28	26	67	67	30	61	23	170	31	91
BOD5	mg/L		1,1	3,9			2,1	4,3	4,1	2,8	9,3	6,4	37		87	4,2	6,0
COD	mg/L		21	34		8,8	10	31	24	110	95	55	170	40	330	37	55
Total Nitrogen	mg/L	1,5	1,3	2,6	1,4	0,78	1,5	1,5	1,4	3,4	1,9	2,0	2,6	2,1	4,9	2,0	2,1
Total Phosphor	mg/L	0,0042	0,055	0,20	0,021	0,036	0,052	0,11	0,13	0,27	0,16	0,19	0,85	0,18	0,47	0,16	0,23
Metaller																	
Arsen (As)	µg/L	0,11	2,1	0,97							0,78			0,15		0,97	
Arsen (As) filtreret	µg/L			1,1							0,54						
Barium (Ba)	µg/L		76						32	31	1.300		20	23		17	
Bly (Pb)	µg/L	0,76	2,1	0,56	16	27	0,36	1,1	2,8	4,4	4,4	3,7	27	1,6	250	3,9	3,1
Bly (Pb) filtreret	µg/L		4,4	0,25	2,4	6,2	0,38	1,0	0,22	0,18	0,046	0,32	0,87	0,90		0,42	
Cadmium (Cd)	µg/L	0,027	0,12	0,025	0,061		0,025	0,047	0,062	0,042	0,066	0,25	0,15	0,036		0,15	0,069
Cadmium (Cd) filtreret	µg/L		0,012					0,014	0,015	0,014	0,023	0,13	0,054	0,0017		0,048	
Chrom (Cr)	µg/L	0,17	1,4	0,80	0,044		0,41	1,2	2,7	1,4	3,8	11		4,4		2,6	4,8
Chrom (Cr) filtreret	µg/L		0,17	0,45				0,42	1,1	0,52	4,5	6,4	1,1	0,46		0,52	
Jern (Fe)	mg/L	0,050	0,78						0,51	0,67	0,1	0,86				1,4	
Jern (Fe) filtreret	mg/L								0,041	0,046				0,063		0,046	
Kobber (Cu)	µg/L	1,00	7,2	1,7	1.900	2,5	3,8	7,9	12	30	37	27		19	390	7,2	13
Kobber (Cu) filtreret	µg/L		5,9	0,78	610	2,5	2,4	3,0	4,4	7,4	7,5	8,6	39	2,5		2,5	6,7



Kviksølv (Hg)	µg/L		0,013							0,22	0,075	0,20	0,042		0,053	
Kviksølv (Hg) filtreret	µg/L											0,050				
Nikkel (Ni)	µg/L	0,22	1,1	0,50	0,34		0,50	2,5	2,8	2,8	4,9	15		0,74	3,0	2,7
Nikkel (Ni) filtreret	µg/L		0,21	1,0			0,29	1,5	1,6	2,7	12	1,8	0,63		1,1	
Vanadium (V)	µg/L		1,2	0,82			0,72	12	3,1	31	1,5		5,2	1,3		2,8
Vanadium (V) filtreret	µg/L							3,4				3,0				
Zink (Zn)	µg/L	9,1	73	15	43	2.700	100	39	40	140	180	61		82	1.400	120
Zink (Zn) filtreret	µg/L		89	17	47	1.300	34	12	14	23	65	14	71	13		85
PAH'er																
1-Methylnaphthalen	µg/L	0,0029									0,015					
2-Methylnaphthalen	µg/L	0,0045	0,0050								0,010			0,0050		0,0050
Acenaphthen	µg/L	0,00065	0,0062	0,0066			0,0067	0,023	0,012	0,0065	0,0079	0,0050	0,025	0,016	0,022	0,0077
Acenaphthylen	µg/L	0,0021	0,016					0,0050	0,0083	0,0060	0,0079	0,0050				0,016
Anthracen	µg/L	0,00040	0,015					0,0050	0,0081	0,0056	0,0079	0,0050	0,20	0,0050		0,017
Benzen	µg/L							0,010		0,010			0,025			0,010
Benzo(a)anthracen	µg/L	0,00077	0,018					0,0072	0,0085	0,0063	0,014	0,0052				0,017
Benzo(a)pyren	µg/L	0,0012	0,0068	0,0053		0,0050	0,0050	0,012	0,010	0,011	0,017	0,0091	0,022	0,040	0,17	0,0089
Benzo(b+j+k)fluoranthen	µg/L	0,0048	0,0081	0,0050		0,0050	0,0050	0,030	0,025	0,022	0,050	0,036		0,074	0,35	0,015
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	0,0014	0,0077	0,0050		0,0050	0,0050	0,016	0,014	0,017	0,036	0,023		0,057	0,13	0,011
Chrysen	µg/L		0,018						0,011	0,0094		0,0052				0,018
Chrysen/ Triphenylen	µg/L	0,0027						0,012				0,018				0,030
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	0,00091	0,015					0,0050	0,0086	0,0058	0,0079	0,0050				0,017
Ethylbenzen	µg/L							0,010		0,010			0,020			0,010
Fluoranthen	µg/L	0,0053	0,0090	0,0050		0,011	0,0078	0,045	0,024	0,034	0,074	0,033	0,039	0,034	0,16	0,016
Fluoren	µg/L	0,0016	0,0065	0,0050			0,0050	0,0054	0,0056	0,0074	0,0089	0,0050	0,019	0,050	0,14	0,0082
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	0,0017	0,0069	0,0050		0,0050	0,0050	0,012	0,011	0,014	0,017	0,0084		0,047	0,10	0,0096
Naphthalen	µg/L	0,0072	0,016					0,0066	0,0091	0,0054	0,010	0,0069		0,0050		0,020
Phenanthren	µg/L	0,0063	0,0079	0,0050			0,012	0,016	0,011	0,024	0,036	0,024	0,046	0,050	0,43	0,014
Pyren	µg/L	0,0038	0,012	0,0050			0,0078	0,031	0,022	0,044	0,11	0,032	0,13	0,084	0,61	0,016
Toluen	µg/L							0,010		0,010			0,047			0,026
Phthlater																
BBP (Benzylbutylphthalat)	µg/L			0,070				0,055	0,050	0,050	0,032			0,10	0,50	0,077
DBP (Dibutylphthalat)	µg/L			0,15				0,16	0,091	0,050	0,13			0,10	2,1	0,17
DEHP	µg/L		0,65	0,91				3,1	3,0	0,31	2,7	5,6	2,1	9,3	13	0,55
Di-(2-ethylhexyl)adipat (DEHA)	µg/L			0,069				0,083	0,11					0,10	0,37	0,090
Pesticider																
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	µg/L		0,0050							0,0050				0,012		0,0059
AMPA	µg/L		0,19					0,018						0,21		0,12
Bentazon	µg/L		0,0050											0,0050		0,0092



Glyphosat	µg/L		0,031					0,011		0,0097				0,34		0,39	0,13
Isoproturon	µg/L	0,00069								0,0050						0,0050	0,010
Prosulfocarb	µg/L	0,085	0,0050											0,028		0,12	
Terbutryn	µg/L															0,14	
Mechlorprop	µg/L	0,0020													0,99	0,014	0,014
Phenoler																	
2,4-dichlorphenol	µg/L															0,025	
4-n-nonylphenol	µg/L								0,0050								
Bisphenol A	µg/L			0,0059				0,19	0,18	0,50		0,86	0,58	0,16	7,0	0,068	0,30
Nonylphenoler	µg/L		0,025							0,050			0,10	0,025		0,040	
NPE	µg/L								0,30								
Pentachlorphenol	µg/L															0,010	
Kulbrinter																	
Sum af o,-m- og p-xylen	µg/L							0,024		0,020			0,038			0,020	
PFAS stoffer																	
PFOA	ng/L	0,22															
PFOS	ng/L	0,25															
PFHxS	ng/L	0,060															
PFNA	ng/L	0,10															
Sum 4 PFAS	µg/L	0,00063															
Sum PFAS	µg/L	0,0031															
Øvrige stoffer																	
LAS	µg/L		1,0					1,0	2,7				16	1,0		1,0	
Trichlorpropylphosphat	µg/L								0,33								
Tri-n-butyl-phosphat	µg/L								0,22								
Triphenylphosphat	µg/L								0,19								
TCPP	µg/L								0,81								

Bilag E Brugervejledning til RegnKvalitet 2.1

For at vurdere risikoen ved udledningen af overfladeafstrømning til et vandområde/grundvandsressourcen kan RegnKvalitet benyttes ved at følge disse trin:

1. **Fastlæggelse af det reducerede areal for** overfladetyperne i oplandet. Opgør og angiv det reducerede areal for de forskellige overfladetyper i oplandet.
2. **a) Bestemmelse af den årlige belastning af MFS** i regnvandsudledningen. Beregning af den årlige mængde i regnvandsudledningen for hver af de inkluderede parametre
2. **b) Bestemmelse af forureningskoncentrationerne af MFS** i regnvandsudledningen: Beregning af koncentrationen af forurenende stoffer i den regnbetingede udledning for de i værktøjet udvalgte parametre.
3. **Miljøkvalitetskrav i vandområdet/grundvandsressourcen:** Miljøkvalitetskrav der benyttes i RegnKvalitet er oplyst for hver parameter. Kravværdier kan indtastes eller ændres i de orange celler i fanebladet '*Beregning af vandkvalitet*'.
4. **Risikoscreening:** De beregnede koncentrationer i udledningspunktet sammenlignes med miljøkvalitetskravene oplyst i RegnKvalitet via forureningskoncentration/MKK. Ved faktorer >1 estimere RegnKvalitet overskridelser af MKK.
5. **Samlet vurdering:** Det er op til sagsbehandleren at foretage den samlede vurdering af overfladeafstrømningen i henhold til gældende krav og retningslinjer fra Miljøstyrelsen og Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø samt i forhold til det lokale vandområde.

For at kunne vurdere risikoen for vandområdet eller grundvandsressourcen ved henholdsvis udledning og nedsivning af overfladeafstrømning er det nødvendigt at kende koncentrationen af miljøskadelige stoffer i regnvandet. På baggrund af typetallene for MFS i overfladeafstrømningen fra forskellige overfladetyper samt det effektive areal, hvorfra regnvand afstrømmer til et afløbssystem, kan vandkvaliteten i en udledning beregnes ved hjælp af screeningsværktøjet RegnKvalitet.

Trin 1: Fastlæggelse af det reducerede areal

Det effektive areal, hvorfra regnvand afstrømmer, kaldes det reducerede areal og bestemmes bedst ved sammenhørende målinger af afstrømning og nedbør. Da dette sjældent er muligt, beregnes arealet i praksis oftest ud fra erfaringsværdier for den hydrologiske reduktionsfaktor og opmålinger af det befæstede areal.

Det **reducerede areal** kan fastsættes ud fra nedenstående relation:

$$A_{red} = \varphi * \beta * A_{total}$$

Hvor, φ er afløbskoefficienten (eller den hydrologiske reduktionsfaktor), β er befæstelsesgraden og A_{total} er det samlede oplandsareal [m^2].

I RegnKvalitet er det muligt at beregne det reducerede areal ud fra typiske befæstelsesgrader og reduktionsfaktorer for forskellige overfladetyper. Det er dog kun et skøn, som kan anvendes i indledende screeninger – ikke i situationer, som kræver mere præcise beregninger, som f.eks. ved dimensionering, detailanalyser og projektering af renseløsninger.

Under fanebladet '*Estimat af reduceret areal*' er typiske afløbskoefficienter og befæstelsesgrader indtastet for overfladetyperne. Det reducerede areal beregnes ved indtastning af det samlede areal

for overfladetyperne. Herefter indtastes de reducerede arealer i oplandet til regnvandsudledningen i fanebladet '*Beregning af vandkvalitet*' i RegnKvalitet.

Fastlæggelse af det befæstede areal

Et oplands **befæstede areal** er den del af arealet, hvor der findes en belægning eller overfladebehandling, som hindrer den naturlige nedsivning og øger den overfladiske afstrømning. Et areal kan være 100% befæstet, det er f.eks. asfalt og faste tagoverflader, hvor regnvandet ikke kan trække naturligt ned i jorden. Andre arealtyper er delvist befæstede f.eks. fliser, brosten, macadamiserede flader (en type vejbelægning bestående af grus og sten i forskellige størrelser) og grønne arealer m.m. Befæstelsesgraden (β) for et opland er forholdet mellem det befæstede areal og det totale areal.

Opmålinger af det befæstede areal foretages oftest ved hjælp af en GIS-analyse. Metoderne til at bestemme et oplands befæstede areal er beskrevet i /1/, hvor der også er en nærmere beskrivelse af usikkerhederne ved de enkelte metoder:

- Total opmåling
- Kvadratnet
- Typeværdier
- Skøn (på baggrund af typeværdier)

Den anvendte metode afhænger af analysens formål, se eventuelt anbefalingerne i /1/. Typiske befæstelsesgrader for forskellige oplandsområder er:

- Butiksområder: Ca. 0,80-0,90
- Tæt, lavt/højt byggeri, f.eks. etageboliger: Ca. 0,50-0,75
- Erhvervsområder: Ca. 0,60-0,75
- Åbent, lavt byggeri, f.eks. parcelhusområder: Ca. 0,35-0,50

Fastlæggelse af afløbskoefficient

Afløbskoefficienten eller den hydrologiske reduktionsfaktor for befæstede arealer afspejler, at befæstede flader i en vis udstrækning er permeable. F.eks. giver fortove og brostensbelægninger mulighed for, at en del af afstrømningen nedsiver i jorden, hvorved afstrømningen reduceres.

Afløbskoefficienten (φ) kan fastsættes ud fra retningslinjerne i DS 432 /2/:

- 1,0 for tagflader og tætte terrænbelægninger, f.eks. af asfalt, beton eller belægninger med tætte fuger
- 0,8 for belægninger med grus- eller græsfuger
- 0,6 for grusbelægninger
- 0,1 for havearealer og arealer uden belægning

Trin 2a: Beregning af belastning af MFS (mængde/år)

Under fanebladet '*Beregning af belastning*' bestemmes de teoretiske mængder af de udvalgte parametre i regnvandsudledningen pr. år. Disse mængder bestemmes ud fra de beregnede koncentrationer, det totale reducerede areal og den årlige nedbørsmængde, der kan tilpasses det specifikke opland.

Den teoretiske mængde fastsættes ved:

$$m_x = c_x * A_{tot,red} * nedbør$$

Hvor x er en af de udvalgte parametre, m er mængden, c er koncentrationen, og $A_{tot,red}$ er det totale reducerede areal.

Den årlige nedbørsmængde er angivet til 10 års dekade-normalen (2011-2020) for hele Danmark, hvilket svarer til 782 mm /3/. Denne kan ændres i det orange felt i 'Beregning af belastning', hvis der er kendskab til den lokale årlige mængde nedbør.

Trin 2b: Beregnet koncentration af MFS i regnvandsudledningen

I skemaet *Overfladekategori* i fanebladet 'Beregning af vandkvalitet' beregnes den relative andel af den samlede regnvandsmængde, som hver overfladetype bidrager med. Denne andel anvendes som vægtningsfaktor i beregningen af koncentrationen af de i RegnKvalitet udvalgte parametre i den samlede regnvandsudledning.

Vægtningstfaktoren 'Andel af samlet vandmængde' for hver overfladetype beregnes som forholdet mellem det reducerede areal og det samlede reducerede areal:

$$\text{Andel af samlet vandmængde} = \frac{\text{Reduceret areal [Ha]}}{\text{Samlet reduceret areal [Ha]}}$$

Denne vægtningsfaktor multipliceres med de respektive typetal for hver overfladetype. For hver parameter udregnes den samlede koncentration som summen af de vægtede bidrag fra samtlige overfladetyper.

Resultatet repræsenterer den *beregnete koncentration* og udgør den estimerede koncentration af den pågældende parameter i den samlede urensede regnvandsudledning. Disse koncentrationer vises særskilt i skemaet *Alt data* og *Seneste 10 år*.

Trin 3: Miljøkvalitetskrav

Miljøkvalitetskrav i vandområdet

I BEK. 796 af 13/06/2023 /4/ er der fastsat miljøkvalitetskrav i henholdsvis ferskt og marint overfladevand. Miljøkvalitetskravene i bekendtgørelse nr. 796 /4/ er angivet som generelle krav for ferskt og marint vand, hvor årlige eller periodespecifikke gennemsnit skal være opfyldt for at beskytte mod kroniske (og akutte) effekter. Bekendtgørelsen indeholder tillige korttidskvalitetskrav, som er maksimale acceptable koncentrationer, der skal beskytte mod især akutte effekter. I RegnKvalitet er de generelle miljøkvalitetskrav for marine og ferske vandområder angivet frem for korttidskvalitetskravene for at sikre mod både kroniske og akutte effekter. Derudover har Miljøstyrelsen fastsat grundvandskvalitetskriterier /5/, som kan benyttes til at vurdere risikoen for grundvandet. Dog skal kvaliteten af grundvandet tilstræbes renest muligt, og det er ikke hensigten, at forureningsindholdet i grundvandet øges, så grundvandet 'fyldes op'.

I RegnKvalitet er der desuden opstillet mindste kravene for spildevandsudledning for renseanlæg af klasse SOP for parametrene BOD (BI_5), COD, TN ($NH_3 + HH_4-N$) og TP, jf. spildevandsbekendtgørelsen (BEK nr. 532 af 27/05/2024) /6/, da der ikke findes generelle miljøkvalitetskrav for disse for ferskt og marint overfladevand. Det er i RegnKvalitet muligt at tilpasse disse til miljøkvalitetsmålet for recipienten samt tilføje kvalitetskrav for den totale koncentration af de enkelte metaller. De resterende celler under Miljøkvalitetskrav er låste og kan ikke editeres.

Miljøkvalitetskravene opstillet er angivet for overfladevand og grundvand og de beregnede koncentrationer af MFS er baseret på analyser af urensat regnvand. Der er hermed ikke inddraget analyser eller vurderinger af, risikoen for sediment eller biota samt effekten af eventuelle renseteknologier.

Trin 4: Risikoscreening

Risikofaktoren i vandområdet eller grundvandsressourcen bliver beregnet ud fra Beregnet koncentration (forureningskoncentrationen)/Miljøkvalitetskravet. Ved en risikofaktor >1 er der overskridelse af MKK for det pågældende stof.

Er den estimerede koncentration af et eller flere MFS i regnvandsudledningen større end den forventede uskadelige koncentration, er der risiko for, at vandområdet påvirkes negativt af udledningen. For at give et billede af hvor stor påvirkning overskridelserne udøver på vandområdet, kan summen af risikofaktorerne for de stoffer, som har et forhold over 1, beregnes. Dette kan findes i RegnKvalitet 2.1 på faneblad '*Beregning af vandkvalitet*'.

Miljømålene for næringssalte afhænger af det konkrete vandområde og har særlig stor betydning for eutrofiering af søer. Det anbefales at gennemføre en særskilt vurdering af næringssaltkoncentrationer i regnvandsudledninger og sammenligne med de aktuelle krav i vandområdet.

Den trinvis fremgangsmåde forud for rangering af regnvandskilder ser således ud:

1. Forholdet mellem estimerede stofkoncentrationer og miljøkvalitetskrav beregnes (Beregnet koncentration/Miljøkvalitetskrav).
2. For parametre med et forhold >1 summeres faktorerne.
3. Ved udledning til vandløb og søer skal brugeren selv sammenligne den beregnede koncentrationen med miljømålene for vandområdet. Som vejledning er der i RegnKvalitet opstillet mindste kravene for spildevandsudledning for renseanlæg af klasse SOP for parametrene BOD (BI_5), COD, TN ($NH_3 + HH_4-N$) og TP.

I forhold til nedsivning til grundvandet er det vigtigt at være opmærksom på, at nogle af stofferne kan blive tilbageholdt eller nedbrudt i de øverste jordlag, hvorved de ikke nødvendigvis udgør et problem for grundvandsressourcen. Dette vil kræve en yderligere vurdering af stofferne ved nedsivning.

Ved en risikofaktor >1 og hvor der vurderes at rensning af regnvandet er nødvendigt inden udledning eller nedsivning, henvises til [Kvalitet af regnafstrømning](#), hvor datablade for en række renseteknologier foreligger.

Trin 5: Samlede vurdering

RegnKvalitet er et værktøj udviklet til at estimere forekomsten af MFS i regnvandsudledninger baseret på faktiske målinger af MFS i **urenset regnvand** fra forskellige overfladetyper. Værktøjet beregner en risikofaktor, som kan anvendes som grundlag for vurdering af udledningens potentielle miljøpåvirkning. Sagsbehandlingen foretages ud fra en samlet faglig vurdering af overfladeafstrømningens påvirkning i overensstemmelse med Miljøstyrelsens gældende retningslinjer samt med hensyntagen til lokale forhold og krav samt anvendelse af BAT til at reducere og imødegå forurening.

Der gøres opmærksom på, at der i RegnKvalitet er oplyst 10, 50, 75, og 90 fraktiler sammen med fem tests for log-normalfordeling samt antal outliers i den højre og nedre region. Disse oplysninger er tilføjet for at gøre brugeren i stand til at vurdere spredningen i data og vurdere typetallets pålidelighed. Figur 7 viser de enkelte trin i RegnKvalitet, med korte beskrivelser af de enkelte trin.

1. Bestem det reducerede areal for overfladetyperne i oplandet

Start med at opgøre det reducerede areal for de inkluderede overfladetyper i oplandet til udledningsspunktet. Er en overfladekategori ikke repræsenteret i værktøjet, bør en sammenlignelig kategori anvendes ud fra de aktiviteter, som foregår på overfladen/i området.

Det reducerede areal af overfladetyperne kan beregnes i faneblad *'Estimat af reduceret areal'* ud fra oplysninger om typisk afløbskoefficient og befæstelsesgrad for overfladetyperne i oplandet til regnvandsudledningen.

Det reducerede areal indtastes i fanebladet *'Beregning af vandkvalitet'* for hver overfladetype i oplandet til regnvandsudledningen.

2a. Bestem den årlige belastning af forurenende stoffer fra oplandet

I fanebladet *'Beregning af belastning'* estimeres den årlige belastning af de parametre inkluderet i RegnKvalitet på baggrund af de estimerede reducerede arealer, samt den årlige nedbørsmængde.

Den årlige nedbørsmængde er angivet til 10 års dekade-normalen (2011-2020) for hele Danmark. Denne kan ændres, hvis der er kendskab til den lokale nedbør.

2b. Bestem koncentrationen af forurenende stoffer i regnvandsudledningen

I fanebladet *'Beregning af vandkvalitet'* bliver en vægtningsfaktor (Andel af samlet vandmængde) for hver overfladetype beregnet på baggrund af de i trin1 indtastede reducerede arealer.

Denne vægtningsfaktor benyttes til at estimere koncentrationen af parametrene i RegnKvalitet for den urensede regnvandsudledning fra det pågældende opland.

3. Bestem kvalitetskrav

For de parametre, hvor der ikke er et miljøkvalitetskrav, er det muligt at indskrive en kravværdi i RegnKvalitet i fanebladet *'Beregning af vandkvalitet'* for henholdsvis marine og ferske vandområder samt for grundvand.

For COD, BOD og næringssalte er de opstillede kravværdier baseret på minimumskraverne for spildevandsudledning for renseanlæg af klasse SOP, jf. spildevandsbekendtgørelsen (BEK nr. 532 af 27/05/2024).

4. Beregning af risikofaktor

Forholdet mellem den forventede koncentration i vandområdet og miljøkvalitetskrav beregnes automatisk i RegnKvalitet. Er forholdet større end 1, er der risiko for negative effekter i vandområdet.

For stoffer med en risikofaktor større end 1 summeres forholdene, og summen giver en størrelse af risikofaktoren for vandområdet.

5. Konkret vurdering af overfladeafstrømning i forhold til håndtering:

I den specifikke sagsbehandling og ansøgning skal der foretages en samlet faglig vurdering af overfladeafstrømningens påvirkning af miljøet i overensstemmelse med Miljøstyrelsens gældende retningslinjer, gældende praksis samt med hensyntagen til lokale forhold og krav. RegnKvalitet giver input til de forventede koncentrationer af MFS i **den urensede regnvandsudledning**. Parameterlisten i RegnKvalitet er udarbejdet på baggrund af tilgængelige analyser i regnvand og skal ikke ses som en komplet liste over kritiske stoffer i regnvand.

Referencer

- /1/ Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, *Bestemmelse af befæstet areal*, Spildevandsforskning fra Miljøstyrelsen, Nr. 43, 1992.
- /2/ Dansk Standard, Norm for afløbsinstallationer, DS 432
- /3/ DMI, *Klimanormaler for Danmark*, <https://www.dmi.dk/vejarkiv/normaler-danmark>
- /4/ BEK nr. 796 af 13/06/2023. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2023/796>
- /5/ Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, *Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord*, juli 2021 https://edit.mst.dk/media/twgdlftx/liste-over-jordkvalitetskriterier-juli-2021_final-rev.pdf
- /6/ BEK nr. 532 af 27/05/2024. Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4. <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2024/532>