



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Fuldskalaforsøg med permeable belægninger til afledning af regnvand

Slutrapport

September 2014



Titel:

Fuldskalaforsøg med permeable belægninger til afledning af regnvand

Redaktion:

Thomas Pilegaard Madsen, Teknologisk Institut

Udgiver:

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.nst.dk

År:

2014

ISBN nr.

978-87-92256-05-8

Ansvarsfraskrivelse:

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

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
1. Indledning.....	7
1.1 Baggrund	7
1.2 Formål	7
1.3 Samarbejdet med Vand I Byer	8
1.4 State of the art.....	8
2. Forsøgsopstilling.....	9
2.1 Udvalgelse af lokalitet til fuldskalaforsøg	9
2.2 Overordnet udformning af testfelter.....	10
2.3 Instrumentering.....	12
2.4 Befæstelserne	13
2.5 Etablering af testfelter	20
3. Analyser	26
3.1 Vandbalance.....	26
3.2 Infiltrationsevne	30
3.3 Rensningseffektivitet	38
3.4 Strukturel integritet og sætninger	51
Konklusion	55
Referencer.....	57
Appendiks	58
1 Jordprøver.....	59
2 Analyseresultater af vandprøver fra 23. juni 2013	67
3 Analyseresultater af vandprøver fra 23. oktober 2013	73
4 Analyseresultater af vandprøver fra 2. februar 2014	79

Forord

Klimatilpasning er et i disse år stærkt politisk prioriteret område, samt en stor offentlig udfordring, som adresserer det stadigt stigende behov for at klimasikre især tætbefolkede bymiljøer. De senere års hyppige skybrud har øget belastningen på de danske afløbssystemer og skønt den årlige nedbør ikke har ændret sig væsentligt, er der dog sket markante stigninger i intensiteten af de enkelte skybrudshændelser. Den 2. juli 2011 blev København eksempelvis ramt af et særdeles kraftigt skybrud og her blev afløbssystemernes kapacitetsproblemer for alvor udstillet. Skaderne blev efterfølgende gjort op til mere end 6 mia. DKK. Seneste skybrud i København forekom d. 31. august 2014. Her er skaderne endnu ikke opgjort, men de første officielle gæt lyder på 2-3 mia. DKK. Det er ikke kun hovedstaden som er udsat, klimaudfordringerne er nationale. Den 8. september faldt der 60mm i Jylland. Skjern blev hårdest ramt, hvor vandet skyllede både broer og veje væk. Klimatilpasning i tætbebyggede byer er en stor udfordring og heri spiller permeable befæstelser en afgørende rolle. Renovering af afløbsledninger og opgradering af ledningsdimensioner hvor dette er muligt kan ikke følge med behovet. Det estimeres, at der er behov for fornyelse af 700-900 kilometer rørledning om året, mens den faktiske fornyelse ligger på omkring 400 kilometer årligt. Der er mange eksempler på anvendelsen af permeable befæstelser til klimatilpasningsformål, men der er før dette projekt ikke foretaget nogen så omfattende og systematiske undersøgelser af systemernes egenskaber og deres fremadrettede potentiale i at bekæmpe fremtidens skybrudshændelser. Formålet med projektet har været at udvikle og undersøge effektiviteten af permeable belægningssystemer i fuldskala. Undersøgelserne har haft til hensigt at påvise potentialet for permeable befæstelser til håndtering af overfladevand i urbane miljøer.

Projektet er finansieret af Miljøministeriets Miljøteknologiske Udviklings- og Demonstrations Program (MUDP) samt følgende virksomheder:

- Teknologisk Institut (Projektleder)
- København Kommune
- NCC A/S
- Midtgaard Granit A/S
- Orbicon
- IBF A/S

Projektet har været fulgt af en styregruppe bestående af:

- Marie Blanner, Naturstyrelsen
- Jan Burgdorf Nielsen, København Kommune
- Michael Brask, NCC A/S
- Bo Midtgaard-Jørgensen, Midtgaard Granit A/S
- Gunnar Peter Jensen, Orbicon
- Kim Falkenberg, IBF A/S

Projektet er gennemført i tæt samarbejde med en anden projektgruppe under innovationskonsortiet "Vand I Byer", ledet af KU, Skov & Landskab. KU har ydet et væsentligt bidrag med resultater ifm. vandbalance, infiltrationsevne samt strukturel integritet samt bidraget til det billed- og illustrationsmateriale som er anvendt i nærværende rapport.

Sammenfatning

Projektet har opfyldt målsætningen om at gennemføre fuldskalaforsøg med permeable befæstelsessystemer og derved dels undersøge deres hydrauliske egenskaber i forhold til at nedsive og forsinke regnvand, og dels opnå praktiske erfaringer med anlæg og drift samt at vurdere vandkvaliteten af det vand der ledes gennem befæstelsen.

Der er udvalgt fire forskellige typer af belægning og tre forskellige typer af bærelagsmaterialer som er kombineret på forskellige måder og tilsammen udgør de seks testfelter som er anlagt i fuldskalaforsøgene. Fuldskalaforsøgene er udført på Svanemøllehallens parkeringsarealer på Østerbro i København. Testfelterne er etableret i marts/april 2013 og efterfølgende målinger og analyser er udført i perioden april 2013 til april 2014. Testfelterne består af:

Testfelt 1:	ØkoSuperlock / DrænStabil
Testfelt 2:	Hydro-Flo / DrænStabil
Testfelt 3:	To lags drænasfalt (DA8/DA16) / DrænStabil
Testfelt 4:	Permastone / nedknust beton
Testfelt 5:	Permastone / skærveblanding
Testfelt 6:	ØkoSuperlock / skærveblanding

Grundet projektets omfang, både ift. økonomi og udstrækning, har hensigten ikke været at skabe et fuldstændigt og gennemdokumenteret beslutningsgrundlag for at kunne anvende disse systemer i bred forstand. Hensigten har været at etablere konceptuelt bevis for et bredt udsnit af permeable belægningssystemer, ved at undersøge deres fysiske egenskaber samt foretage de analyser, der som minimum er nødvendige for at få en indikation af systemernes effekt.

De efterfølgende målinger og analyser har fokuseret på at dokumentere vandbalance, infiltrationsevne, rensningseffektivitet og strukturel integritet/sætninger.

Målingerne indikerer at de permeable befæstelser har en evne til på kort tid at bortdræne selv meget store vandmængder. Efterfølgende de permeable befæstelsers evne til at forsinke udledningen af det vand som ledes igennem dem, en vigtig egenskab. Testfelt 4 har den største peak forskydning af gennemstrømning af nedbøren, og er samtidig også det testfelt hvorpå der er registreret det laveste peakflow gennem testfeltet. Infiltrationstests viste meget høj initial infiltrationsevne, men tilsyneladende falder denne til 20-30% i testperioden i forhold til udgangspunktet med undtagelse af testfelt 4 og 5 hvor belægningen består af Permastone. Her falder infiltrationsevnen til omkring 80 % af den oprindelige. Testfelt 2 havde en infiltrationsevne som var betydelig under de andre testfelter. Det vurderes at belægningerne kan oprenses og genvinde deres oprindelige infiltrationsevne. Dette er ikke undersøgt i projektperioden, men baserer sig på tidligere erfaringer.

Turbiditetsmålingerne angiver nedsat gennemsigtighed i vand forårsaget af kolloider og /eller suspenderet stof i det opsamlede vand. De laveste gennemsnitlige værdier er målt for testfelt 4 og testfelt 2. Testfelt 5 viser en stigning i turbiditet henover de prøveperioden, hvilket tyder på en akkumulering af kolloider og suspenderet stof i belægningen der senere frigives. Omvendt ser det ud for testfelt 2, hvor turbiditeten falder henover prøveperioden, hvilket tyder på en øget filtrering af nedbøren, som kan korreleres med den laveste gennemstrømning.

Udledningen af miljøfremmede stoffer i form af tungmetaller har haft stor fokus i projektet. Der er udtaget vandprøver af det vand som er ledt igennem befæstelserne og analyseret for indhold af hhv. bly, cadmium, kobber og zink.

Resultaterne af analyserne er sammenholdt med resultater fra tidligere undersøgelser af miljøfremmede stoffer i vejvand. I samråd med Københavns Kommunes miljøafdeling, er det vurderet at en tidligere undersøgelse af vejvand fra Ørestads Boulevard i 2011 kan anvendes som reference. Det er vurderet at lokaliteterne har tilsvarende belastning fra parkerede biler.

I perioden 2007-2010 er der udført fuldskalaforsøg med rensning af vejvand under anvendelse af dobbeltporøs filtrering (DPF). Anlægget er placeret i Ørestaden. Måleresultaterne fra nærværende projekt er sammenlignet med resultaterne fra forsøgene med DPF-teknikken.

Det kunne konstateres at det afledte vand fra alle de seks testfelter er under grænseværdien for samtlige miljøfremmede stoffer der blev analyseret for når disse holdes op imod grænseværdierne for udledning til kloak. Resultatet var stort set tilsvarende ved sammenhold med grundvandskriteriet, dog med undtagelse af indholdet af bly. Ved sammenligning med referencen var de permeable befæstelser i stand til at reducere mængden af de udledte tungmetaller med ml. 35-90 %. De registrerede koncentrationer af miljøfremmede stoffer i det udledte vand fra de permeable befæstelser var tilsvarende de som blev målt i forsøget med DPF-teknikken.

Den laveste udledning af tungmetaller blev registreret i testfelt 2, hvor infiltrationsevnen var mindst.

I projektperioden er der foretaget visuelle inspektioner samt opmålinger af lodrette bevægelser af belægningsoverfladen (sætninger) på samtlige testfelter. Der er ikke registreret væsentlige sætninger efter 1 års brug.

1. Indledning

1.1 Baggrund

Danmark er som følge af EU's Vandrammedirektiv fra 2000 forpligtet til at opnå en god tilstand på alt grundvand og overfladevand senest 22. december i år 2015, fx gennem progressiv reduktion af udledninger. Flere kommuner har på nuværende tidspunkt indarbejdet forslag til at reducere regnvandsafledning til kloak gennem permeable belægninger (f.eks. Københavns Kommune i "Miljø i byggeri og Anlæg"). Det betyder, at efterspørgslen på permeable belægningssystemer vil stige markant de kommende år, idet en stor del af de arealer, der er egnede til permeable belægninger, er ejet af kommunerne.

I december 2009 bevilgede det daværende By og Landskabsstyrelsen et forprojekt, der havde til hensigt at undersøge om der var belæg for at anvende permeable belægninger i Danmark som en integreret del af klimatilpasningsindsatsen. Forprojektet viste, at der tilsyneladende var et ganske stort potentiale for anvendelse af permeable belægninger, men at der i høj grad manglede bl.a. optimering af systemerne ud fra lokale forhold samt dokumentation af deres egenskaber ift. infiltration, rensningseffektivitet samt holdbarhed.

Nærværende projekt tager afsæt i dette behov og har haft til hensigt at levere disse resultater i et repræsentativt forsøgsmiljø gennem fuldskalaafprøvning. Projektet har modtaget en bevilling fra Miljøministeriet på 0,5 mio. DKK og er derfor et relativt lille projekt. Grundet projektets størrelse og omfanget af de prøvninger og analyser som er foretaget, må alle de resultater som præsenteres i nærværende rapport betragtes som en indikation på hvad det er muligt at opnå med disse systemer ift. klimatilpasning.

1.2 Formål

Formålet med projektet var at gennemføre fuldskalaforsøg på permeable befæstelser og derved dels undersøge deres hydrauliske egenskaber i forhold til at forsinke regnvand, og dels opnå praktiske erfaringer med anlæg og drift samt at vurdere vandkvaliteten af det vand der ledes gennem befæstelsen.

Undersøgelserne har primært drejet sig om at belyse følgende fire egenskaber for systemerne:

- Vandbalance
- Infiltrationsevne
- Rensningseffektivitet
- Strukturel integritet

På Svanemøllehallens parkeringsplads blev anlagt 6 testfelter med hver sin unikke kombination af hhv. belægning og bærelagsmateriale. Testfelterne havde til hensigt dels at vurdere den vandkvalitet det er muligt at opnå på det vand der ledes igennem befæstelsen samt at vurdere de hydrauliske egenskaber. Testfelterne blev konstrueret som kombinationer af forskellige belægnings- og bærelagsmaterialer.

Fuldskalaforsøgene er derudover nødvendige for at kunne vurdere langtidsholdbarheden af de forskellige løsninger med hensyn til materialemæssig holdbarhed samt undersøge den evt. reduktion i hydraulisk kapacitet over tid. Hvert af teststederne fylder 2 parkeringspladser, svarende

til 25 m², alt i alt et samlet teststed på 150 m². På Svanemøllehallens parkeringsplads er teststederne anlagt på det areal som erfaringsmæssigt er mest anvendt, således at den trafik- og forureningsmæssige belastning på testfelterne i forsøgsperioden maksimeres. Konstruktionerne er desuden valgt således at de til sammen bliver et katalog for mulige konstruktionstyper til brug på parkeringspladser og andre mindre befærdede adgangsveje og pladser. Teststederne muliggør opbygning af danske erfaringer med planlægning, anlæg og drift af permeable befæstelser hvor der anvendes hyppigt anvendte belægninger og danske bærematerialer.

1.3 Samarbejdet med Vand I Byer

Anlæg af testfelterne på Svanemøllehallens parkeringsplads bygger bro mellem to igangværende forskningsprojekter, der begge har til formål at dokumentere permeable befæstelser i en fuldskala urban kontekst, men med forskellige indsatsområder. De to projekter supplerer hinanden godt, både med hensyn til fokus og partnersammensætning og begge projekter tager udgangspunkt i permeable befæstelsers potentiale i forhold til fremtidig klimasikring. Under det overordnede tema fokuserer nærværende projekt som beskrevet primært på de permeable befæstelsers filtreringsevne, dvs. deres evne til at rense og tilbageholde den forurening der findes i vejvandet som ledes igennem befæstelsen. Vand i Byer fokuserer på befæstelsens hydrauliske egenskaber, både mht. ledningsevne og magasinering af vejvand.

1.4 State of the art

Begge projektgrupper inddrager bl.a. erfaringer fra et eksisterende samarbejde med Coventry Universitet i England, her fra Dr. Stephen Coupe som også fungerer som rådgiver for en række engelske producenter af permeable belægningssten bl.a. Hanson Formpave. Igennem dette samarbejde er der tilvejebragt resultater for de permeable befæstelsers filtreringsevne, med særligt fokus på PAH'er og tungmetaller, hvilket har afsløret at i en filtreringssammenhæng, er der en række stoffer der især skal kigges på. Herunder f.eks. bly, som er påvist svær at adsorbere på jordkolloidens overflade, hvilket betyder at medmindre hastigheden af det vand der siver ned kan bremses i tilstrækkelig grad i selve opbygningen af befæstelsen så der risiko for at adsorptionen vil være kraftigt nedsat.

Derudover har forsøg i både Tyskland og England påvist at den største mængde forurening, organisk og uorganisk materiale oftest tilbageholdes i de øverste centimetre i de permeable befæstelser. Det er således ikke nok at en permeable befæstelse er åben og kan tage store vandmængder, selve opbygningen skal også være struktureret på en sådan måde at filtreringsevnen ikke kompromitteres. Nærværende projekt har derfor fokus på at undersøge dette aspekt i forhold til de permeable befæstelser. Der er i forbindelse med fuldskalaforsøgene undersøgt tre forskellige typer af bærelagsmaterialer i kombination med fire typer af belægning.

Evnen til at aftage overfladevand er blevet monitoreret kontinuert, idet den målerbrønd som hvert testfelt er udstyret med, er monteret med tryktransducere samt automatisk opsamling af vandprøver af afstrømningen. Prøver herfra er blevet analyseret for indhold af forurenende stoffer i projektperioden.

2. Forsøgsopstilling

I dette afsnit beskrives udvælgelsen af lokalitet samt opbygningen af de testfelter som udgør fuldskalaforsøgene i projektet og udstyr til opsamling af data.

2.1 Udvalgelse af lokalitet til fuldskalaforsøg

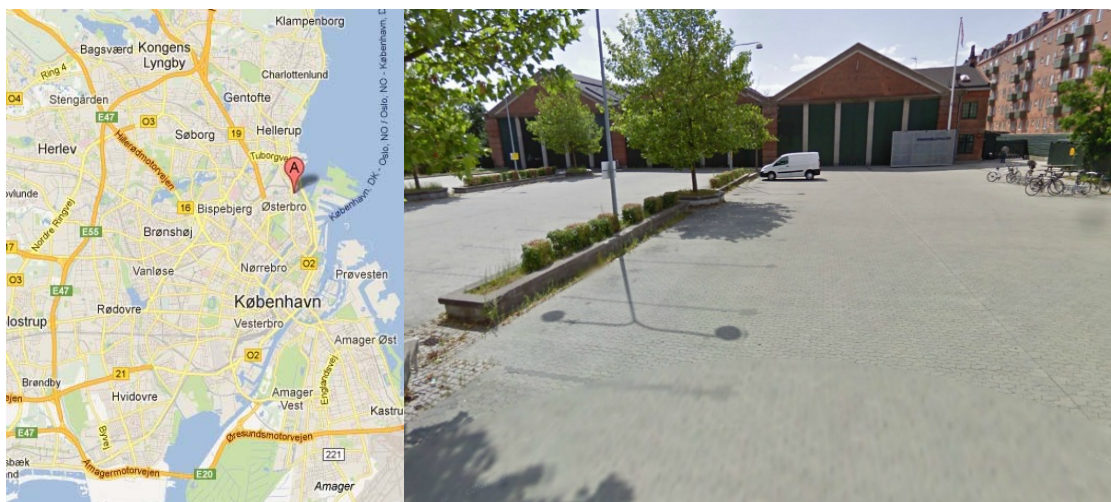
I forbindelse med lokalitetssøgning og etablering af fuldskalaforsøgene blev der koordineret med Vand i Byer, således at lokaliteten tilfredsstillede begge projekters ønsker og krav.

I begge projekter er Københavns Kommune lodsejer, fordi det netop er i det offentlige rum at udfordringerne med afledning af overdrevne regnmængder er størst. Der har været en række lokaliteter i spil, men primo 2012 fremlagde Københavns Ejendomme (KEJD) de lokaliteter som umiddelbart opfyldte kriterierne og som kunne benyttes til fuldskalaforsøgene:

1. St. Annæ gymnasium
2. Vandkulturhuset ved Valby Hallen
3. Grøndal Centret
4. Kildevældsskolen
5. Svanemøllehallen

Der blev foretaget en gennemgang af samtlige lokaliteter mht. trafikbelastning (antal lastbiler og personbiler pr. døgn og over hvor stort tidsrum af døgnet) og hvor mange parkeringspladser der kunne inddrages det pågældende sted. Det blev på baggrund af gennemgangen vurderet at Svanemøllehallens parkeringsplads bedst levede op til de krav og forventninger som var opstillet. Herefter blev der indgået aftale med Københavns Ejendomme samt Københavns Kommunes Kultur- og Fritidsforvaltning og projektdeltagerne om at anvende lokaliteten til fuldskalaforsøgene.

Placeringen er illustreret på Billede 1.



BILLEDE 1
LOKALITETEN FOR FULDSKALAFORSØGENE VED SVANEMØLLEHALLEN PÅ ØSTERBRO I KØBENHAVN

2.2 Overordnet udformning af testfelter

Testfelterne er placeret nærmest indgangen til Svanemøllehallen, hvor felterne blev opbygget hvor de eksisterende parkeringspladser var etableret. Disse parkeringspladser er de mest benyttede og belastningen på disse er deslige sammenlignelig.

Udformningen af testfelterne blev designet ud fra følgende kriterier:

1. Intet vand måtte nedsives lokalt i forsøgsperioden
2. Oplandsarealet skulle være afgrænset for præcist at kunne fastlægge infiltrationsraterne
3. Nedbør skulle kunne registreres lokalt
4. Mulighed for måling af udledningshastighed og vandmængde fra hvert felt
5. Mulighed for prøveudtagning til analyse af vandkvalitet

Ad 1)

Der var flere årsager til at det blev besluttet at intet vand måtte nedsives lokalt i forsøgsperioden. Jordprøver taget på lokaliteten afslørede at undergrunden bl.a. var olieforurenet og nedsivende vand indebar en risiko for migrering og spredning af denne forurening. Yderligere ville det besværliggøre beregningen af vandbalancen for de enkelte felter og sikre at samtlige parametre med indflydelse på denne, udelukkende var afhængige af opbygningen af den enkelte befæstelse.

Ad 2)

I forhold til beregningerne af de individuelle testfelters egenskaber, bl.a. vandbalance, var det vigtigt at oplandsarealerne var afgrænsede og identiske.

Ad 3)

En vigtig egenskab at få registreret for de permeable befæstelser er deres evne til at forsinke det regnvand som falder på dem. For at kunne bestemme dette, var det vigtigt at kunne foretage nedbørsmålinger på lokaliteten.

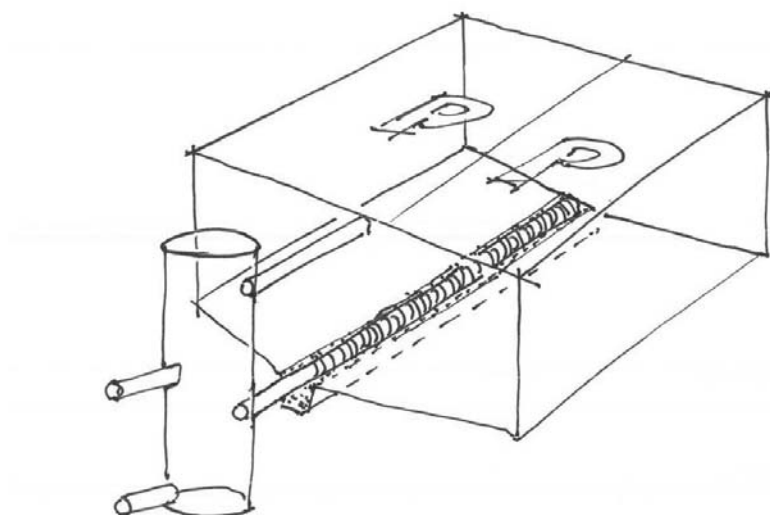
Ad 4)

Af hensyn til sammenligning af både infiltrationsrater og forsinkelsesevne var det nødvendigt at kunne måle hvor hurtigt vandet blev ledt igennem befæstelserne, hvilket betød at dette skulle logges separat for hvert testfelt.

Ad 5)

Vandkvaliteten af det vand som blev ledt igennem befæstelserne skulle kunne vurderes individuelt for hvert testfelt.

Ved at tage disse kriterier i betragtning, blev den endelige udformning af testfelterne vedtaget med udgangspunkt i et skitsedesign fra KU Skov & Landskab. Udformningen af testfelterne er skitseret på Billede 2.



BILLEDE 2
SKITSE AF TESTFELTERNES PRINCIPIELLE OPBYGNING

Som det fremgår af billede 2, udgør hvert testfelt et overfladeareal svarende til to parkeringsbåse. Testfelterne er kvadratiske (5x5m) og er gravet i en dybde af ca. 60cm. Bunden er opbygget med tværfald til et centralt placeret linjedræn med afløb til målerbrønd. Hvert testfelt er foret med en impermeabel HD-PE gummimembran i sider og bund.

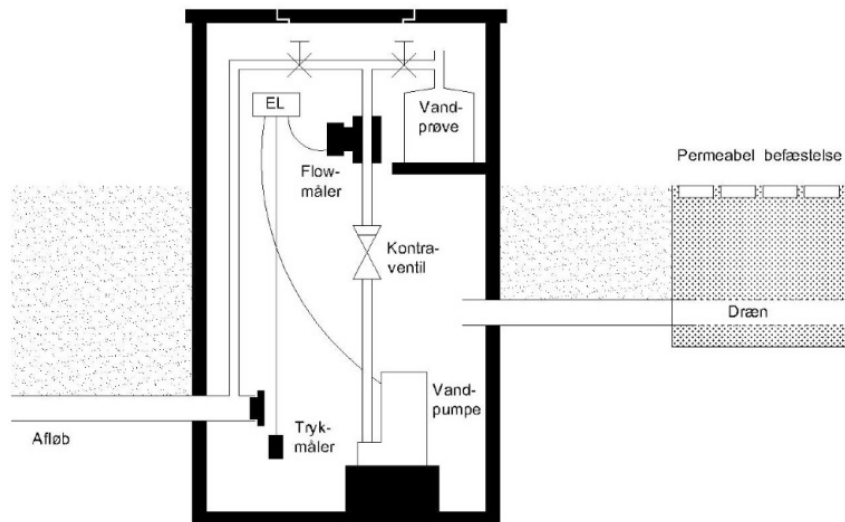
For at kunne opfylde kriterie nr. 2, måtte det sikres at hvert individuelt testfelt kun modtog netop det vand som faldt på arealet svarende til de to parkeringsbåse. Løsningen blev at anvende opretstående kørebanepliser i beton til at afgrænse testfelterne. Disse blev sat, således at overkanten ragede 2-3cm op over overfladen på belægningerne. I en erkendelse af, at ved større regnhændelser ville dette ikke være tilstrækkeligt til at holde vand fra tilstødende arealer ude, blev der etableret render mellem de testfelter hvor risikoen var størst, således at overfladevand kunne ledes imellem testfelterne og til kloak. Dette er illustreret på Billede 3.



BILLEDE 3
OPKANT PÅ TESTFELT ETABLERET MED LODRETSTÅENDE KØREBANEFLISER SAMT RENDER SAT I CHAUSSÉSTEN

2.3 Instrumentering

Opbygningen af målerbrøndene og instrumenteringen af disse er illustreret på Billede 4.



BILLEDE 4
OPBYGNING AF MÅLERBRØNDE

Det regnvand som falder på belægningerne ledes igennem befæstelserne til målerbrøndene via det centralt placerede linjedræn. Her stuvet vandet op og en indbygget tryktransducer registrerer trykstigningen svarende til vandstanden og dermed udledningshastigheden. Ved et givent trykniveau aktiveres pumpen i bunden af brøndene og vandet pumpes til det kommunale kloaksystem. En ventil og vandprøvebeholder sikrer, at hver gang pumpen tømmer brønden opsamles en lille vandmængde til de senere analyser af vandkvalitet. Afløbet fra brøndene kan justeres/drøvles, således at udledningshastigheden kan reduceres. På denne måde er det muligt at udføre forsøg med opstuvning i befæstelserne med henblik på at fastsætte hvordan den optimale forsinkelseffekt opnås uden at kompromitterer befæstelsernes evne til at bortdræne designvandmængden.

Til at kunne opsamle data fra måleudstyr, bl.a. tryktransducer blev der indkøbt datalogger med telemetri, således at opsamlet data kunne fjernudlæses. Denne blev monteret i et dertil indrettet målerskab og placeret centralt imellem testfelterne. Grundet opsætningen af målerskabet var det nødvendigt at trække kabelrør og føre kabler til elskab ved Svanemøllehallen. For at kunne bestemme vandbalancen, er det nødvendigt at kende nedbørsmængderne på lokaliteten og da der kan forekomme store lokale ændringer, blev der besluttet at opsætte en nedbørsmåler direkte over testfelterne. Denne blev monteret på en af pladsens lysmaster, se Billede 5.



BILLEDE 5
PLACERING AF MÅLETSKAB OG NEDBØRSMÅLER

2.4 Befæstelserne

Opbygningen af testfelterne er designet således at der testes 4 forskellige typer af belægninger og 3 forskellige typer af bærelagsmaterialer. Udover forskellige kombinationer af belægninger og bærelag er opbygningen og instrumenteringen af testfelterne identiske. Et eksempel på en opbygning af en permeabel befæstelse er illustreret på Billede 6.



BILLEDE 6
EKSEMPEL PÅ OPBYGNING AF PERMEABEL BEFÆSTELSE

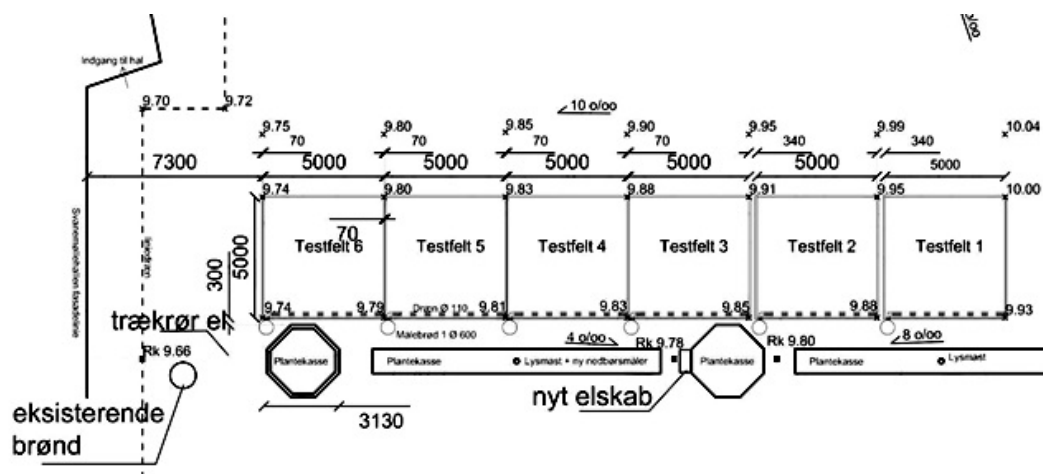
2.4.1 Sammensætning af testfelter

De 6 testfelter er sammensat af kombinationer af belægning, afretningslag, fuger og bærelagsmateriale. Disse materialer er gennemgået i de nedenstående afsnit. Opbygningen af de individuelle testfelter er oplistet i Tabel 1.

Testfelt	1 (Be+DS)	2 (Pbe+DS)	3 (As+DS)	4 (PU+Gb)	5 (PU+S _k)	6 (Be+S _k)
Belægning (lagtykkelse)	ØkoSuperlock (8cm)	Hydro-Flo (7cm)	To lags- drænasfalt (10-11 cm)	PermaStone (4 cm)	PermaStone (4cm)	ØkoSuperlock (8cm)
Afretningslag	2- 5 mm (3 cm)	2-5 mm (3 cm)		2-8 mm (4 cm)	2-8 mm (4 cm)	2-8 mm (4 cm)
bærelag	DrænStabil	DrænStabil	DrænStabil	Genbrugs beton	32-45/2-8 skærver	32-45/2-8 skærver

TABEL 1:
OVERSIGT OVER TESTFELTER

Testfelterne er anlagt i forlængelse af hinanden som illustreret på Billede 7.



BILLEDE 7
ANLÆGSSKITSE AF TESTFELTERNE

Testfelterne blev nummereret fra 1-6, hvor testfelt 6 er beliggende tættest på Svanemøllehallen. En detaljeret beskrivelse af opbygningen af de enkelte testfelter findes i afsnit 2.4.4.

2.4.2 Belægninger

Der er ved Svanemøllehallen testet fire forskellige typer af belægninger som er beskrevet i det nedenstående.

ØkoSuperlock (Testfelt 1, 6)

Betonbelægningssten leveret og produceret af Ikast Betonvarefabrik (IBF). Belægningsstenen er massiv (impermeabel) og af typen låsesten. Serien består af to betonsten hvor der ved lægning dannes hulrum jævnt fordelt over fladen, hvor igennem regnvand infiltreres til underliggende konstruktion. Hulrummene udgør ca. 10 % af det samlede areal. Belægningen kan bruges til alle trafikklasser. En belægning med ØkoSuperlock er vist på Billede 8.



BILLEDE 8
ØKOSUPERLOCK BETONBELÆGNINGSSTEN

Hydro-Flo (Testfelt 2)

Betonbelægningssten leveret og produceret af Midtgaard Granit og Betonvarer. Belægningsstenen er permeabel (gennemgående poresystem) og tillader vand at infiltrere dels igennem selve belægningsstenen samt i fugerne mellem disse. Herved kan hele belægningsoverfladen i praksis anvendes til infiltrering af regnvand. Det anvendte format er 14x21 cm med en tykkelse på 7 cm, men kan produceres i alle formater og tykkelser. En belægning med Hydro-Flo er vist på Billede 8.



BILLEDE 9
HYDRO-FLO PERMEABEL BETONBELÆGNINGSSTEN

Drænasfalt (Testfelt 3)

Åbentgraderet permeabel asfalt er leveret og produceret af NCC Roads. Belægningen er opbygget af to lag og består øverst af en drænasfalt (slidlag), med en maksimal kornstørrelse på 8mm (DA8) og som er udlagt i en tykkelse på ca. 3 cm. Nederst en drænasfalt med en maksimal kornstørrelse på 16mm (DA16) i en tykkelse på ca. 7,5 cm. En belægning med Drænasfalt DA8 er vist på Billede 10.



BILLEDE 10
DRÆNASFALT

PermaStone (Testfelt 4, 5)

Epoxybelægning leveret og produceret af Byggros. Belægningen består af 1-3 mm morænesplit der på stedet blandes med tokomponent kunst-harepiks (epoxy) forud for udlægning. Arbejdet skal udføres ved temperatur over 5 grader af entreprenør der er certificeret til håndtering af epoxy. Ved udlægning glittes overfladen med glittemaskine. Belægningen er udlagt i 4 cm tykkelse på et trykfordelende net (Fornit 30). Belægningen er beregnet til tung trafik (T3). En belægning med Permastone er vist på Billede 11.



BILLEDE 11
PERMASTONE

2.4.3 Bærelag

Der er ved Svanemøllehallen testet tre forskellige typer af bærelagsmaterialer som alle er beskrevet i det nedenstående.

Drænstabil (Testfelt 1, 2, 3)

Delvist knust materiale i fraktionen 2-34 mm leveret og produceret af NCC Råstoffer. Forhandles under navnet DrænStabil. Drænstabil er vist på Billede 12.



BILLEDE 12
DRÆNSTABIL

Nedknust beton (Testfelt 4)

Nedknust beton i fraktionen 4-32 mm leveret og produceret af Norrecco. Friktionsmaterialet er nedknust beton fra bygge- og anlægsindustrien. Nedknust beton som anvendt i projektet er vist på Billede 13.



BILLEDE 13
NEDKNUST BETON

Skærveblanding (Testfelt 5, 6)

Skærveblanding leveret og produceret af Stenrand Grusgrav bestående af knuste skærver; 80 % 32-45 mm iblandet 20 % 2-8 mm skærver. Skærveblandingen anvendt i projektet er vist på Billede 14.



BILLEDE 14
SKÆRVEBLANDING

2.4.4 Afretningslag og fuger

Afretningslag og fugemateriale er udført med 2-5 mm skærver leveret af NCC af typen der forhandles som DrænAf eller 2-8 mm skærver leveret af Stenrand Grusgrav.

2.5 Etablering af testfelter

Inden anlægsarbejdet kunne påbegyndes blev der af Københavns Kommune udtaget jordprøver til bestemmelse af jorden som skulle fjernes var forurenet. Lokaliteten har tidligere været anvendt som jernbaneremise, så en vis forurening var forventet. Jordprøverne afslørede at grunden var olieforurenet med tungere olier, hvilket betød at den bortgravede jord skulle betragtes som klasse 4 jord, med myndighedskrav om rensning/deponi hos RGS90. Dette medførte at udgifterne til bortgravning og klargøring til anlæg af testfelterne blev forøget kraftigt.

Herunder billeder fra anlægsfasen.



BILLEDE 15
TILSLUTNING TIL KLOAK OG BRØND ETABLERES



BILLEDE 16
KLARGØRING TIL HOVEDLEDNING

Som tidligere beskrevet, blev testfelterne afgrænset vha. de opretstående kørebanepliser i beton som blev sat i tørbeton og efterfølgende vandet. Indbygningen af disse er vist på Billede 17



BILLEDE 17
PLACERING AF KØREBANEFLISERNE

Da entreprenøren under anlægsarbejdet tog forbehold for sætninger pga. antagelig dårlig bæreevne på råjordsplanum blev der i hvert af testfelterne 1-5 udlagt et geonet af typen Tensar Triax TX160 på vejkassens bund og ca. midt i konstruktionen svarende til 30cm under belægningens færdige overflade. Det anvendte net er vist på Billede 18.



BILLEDE 18
FORBEDRING AF BÆREEVNE MED GEONET TENSAR TRIAX TX160

I testfelt 6 er der ikke udlagt geonet, da bæreevnen her blev vurderet til at være tilstrækkelig. Anvendelsen af geonet har ingen indflydelse på infiltrationsrater, vandbalance eller vandkvalitet.

For at sikre at testfelterne ikke udleder vand gennem sider og bund er hvert testfelt foret med en impermeabel HD-PE gummimembran. Ved modtagelse blev det kontrolleret at de leverede membraner kunne tilpasses testfelternes geometri.



BILLEDE 19
KONTROL AF MEMBRANERNES STRÆKBARHED

Der var en risiko for at komprimeringen med tunge pladevibratører (450kg) ville få de skarpe tilslagsmaterialer til at perforere membranen. Derfor blev der inden de udgravede testfelter blev foret med HD-PE membraner, foretaget en kontrol af, om membranerne kunne modstå dette.

Dette afslørede at de leverede 1,5 mm tykke membraner ikke kunne holde. Det blev efterfølgende vurderet at membranerne minimum skulle være 2 mm tykke. Membraner (1mm) blev udlagt oven på de allerede udlagte 1,5mm tykke membraner og som en ekstra sikkerhed blev der yderligere lagt platonplader ud, for at være sikker på at membranerne ikke blev perforeret under komprimeringen. Dette er illustreret på Billede 20.



BILLEDE 20
UDLÆGNING AF MEMBRAN OG PLATONPLADER

En ny komprimeringstest blev udført med succes, da det kunne konstateres at komprimering af 15cm bærelagsmaterialer med pladevibrator ikke gav anledning til perforeringer af membranerne.



BILLEDE 21

KONTROL AF OM DER FOREKOMMER PERFORERING AF MEMBRAN VED KOMPRIMERING AF BÆRELAG

Afløbet fra testfelterne skulle føres igennem membranerne, hvilket blev gjort i henhold til leverandørens anvisninger. Detaljen omkring afløbsgennemføringen er illustreret på Billede 22.



BILLEDE 22

AFLØB FRA TESTFELT FØRT IGENNEM MEMBRAN

Alle bærelagsmaterialerne blev udlagt i lagtykkelse på 15 cm med komprimering ved min. to overkørsler med pladevibrator (450 kg) forud for udlægning af endnu et lag. Materialet er udlagt som leveret uden tiltag for at hæve vandindholdet. Alle testfelter blev kontrolleret for utætheder, ved at udlægge det første lag materiale (15cm), komprimere det, hvorefter testfelterne blev fyldt med vand. Vandstanden blev registreret initialt samt den efterfølgende dag og samtlige testfelter var tætte. Kontrollen er vist på Billede 23.



BILLEDE 23
KONTROL AF OM MEMBRANEN ER TÆT

Anlæg af testfelterne blev påbegyndt d. 4. marts 2013 og de stod færdige d. 23. april 2013. Testfelterne umiddelbart efter anlæg er vist på Billede 24.



BILLEDE 24
TESTFELTERNE UMIDDELBART EFTER ETABLERING I MAJ 2013

3. Analyser

I dette afsnit beskrives de analyser som er udført i forbindelse med fuldskalaforsøgene. Analyserne omfatter:

- Vandbalance
- Infiltrationsevne
- Rensningseffektivitet
- Strukturel integritet/sætninger

3.1 Vandbalance

Ved en traditionel belægning med impermeabel overflade vil 60-95 % af årsnedbøren blive bortledt til afløbssystemet, afhængig af konstruktionsdesign og lokale forhold som oplandstørrelse og fald på belægning.

Ved permeable befæstelser vil 0-10 % af årsnedbøren potentielt finde vej til afløbssystemet (såfremt det er etableret). Nedbøren vil dels blive tilbageholdt og fordampet ved 'befugtningstab', dels blive bortledt gennem konstruktionen til bunden af befæstelsen. Ved afledning af nedbør gennem en permeabel befæstelse vil hastigheden hvorved vandet infiltreres og siden af drænes til afløbssystem eller til omkringliggende terræn, være afhængig af befæstelsens porrevolumen. Den potentielle forsinkelse til afløbssystemet vil være gavnlig i bestræbelserne på at udligne årsnedbør i eksisterende afløbsledninger og dermed øge ledningernes evne til at håndtere kraftige nedbør. Der vil være forskel på testbelægningernes evne til at forsinke og fordampe nedbør. Belægningernes evne til at modtage og forsinke regnvand vil desuden ændres dels igennem året (temperatur), dels som konsekvens af tilslemning i befæstelsen.

Data fra regnmåler på stedet, samt data fra niveaumålere i de enkelte målebrønde lagres og sendes pr. telemetri til KU. Der logges én gang pr. min. Perioden fra august til december 2013 er præget af en del uregelmæssigheder og udfald af enten logger eller telemetri.

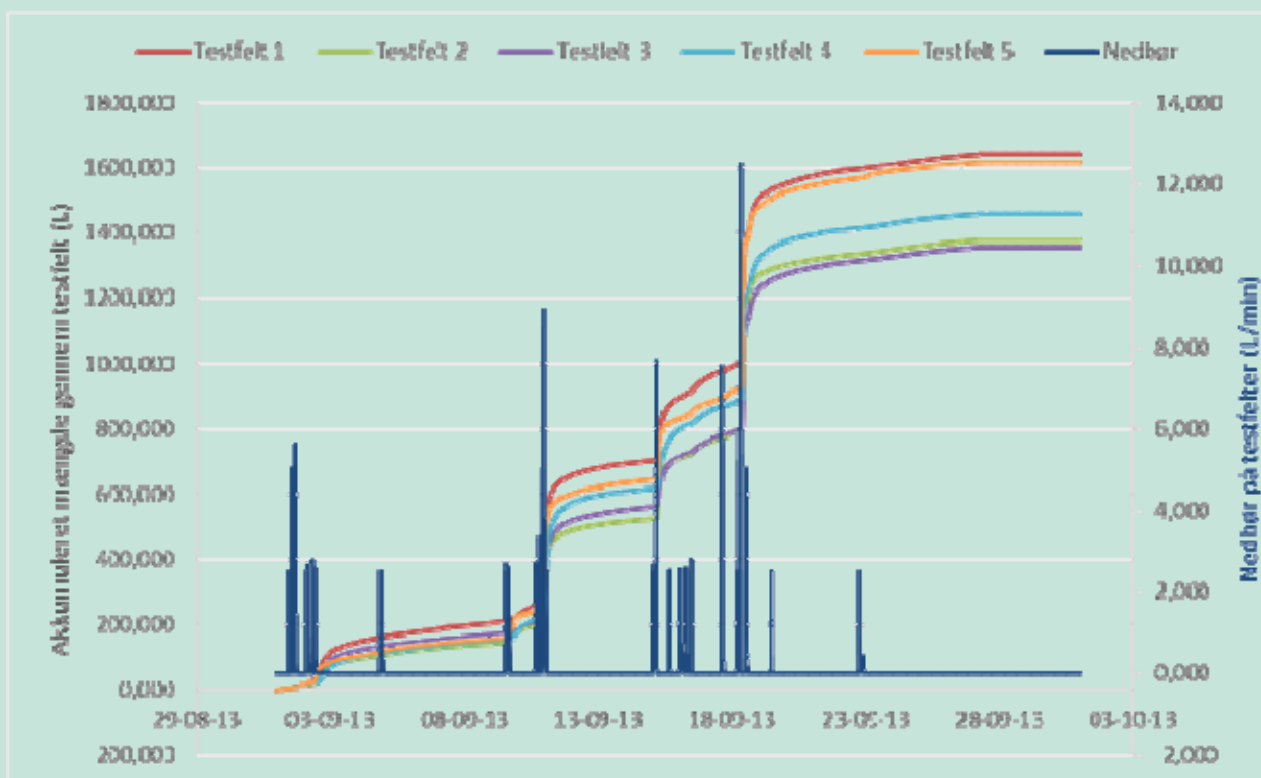
Efter en del indkøringsvanskeligheder begyndte måleudstyret at logge d. 8. august 2013. Frem til én uge ind i november loggede udstyret uregelmæssigt, men i perioder stabilt, som fx hele september. Den lokale nedbørmåler kom først til at køre medio februar 2014. Frem til da er der brugt SVK-data med et gennemsnit af målinger fra hhv. Delfinen og Bispebjerg Hospital, begge ca. 2 km væk. Tabel på næste side opsummerer resultater for perioden september'13-februar'14. Grunden til at der flere gange ledes mere vand gemme belægningen end registreret nedbør tilskrives at nedbør ikke måles lokalt. Men der kan også være andre årsager, fx at regn sidst på måneden registreres i befæstelserne den følgende måned på grund af forsinkelsen hvormed nedbøren løber gennem befæstelserne.

Efter installation og indkøring af måleinstrumenterne blev der efter den første regnhændelse i september foretaget en gennemgang af opsamlet data fra tryktransducerne. Denne afslørede irregulariteter ved data fra testfelt 6. Der blev foretaget en række justeringer og fejlen blev endelig lokaliseret til et problem med pumpestyringen. Der forekom en periodisk fejl, som gjorde, at pumpen i perioder pumpede konstant og ikke blot ved det indstillede trykniveau. Trods adskillige forsøg lykkedes det ikke at udbedre fejlen i den periode hvor data blev opsamlet og analyseret. Af denne grund er data ift. bestemmelse af vandbalance ikke vist for testfelt 6. De registrerede nedbørsmængder er opstillet i Tabel 2.

Testfelt	1	2	3	4	5	6
September 2013						
Nedbør (L)	1515	1515	1515	1515	1515	1515
Nedbør gennem testfelt (L)	1643	1378	1358	1460	1617	-
Difference (L)	128	-136	-157	-55	102	-
Afvigelse (%)	8 %	-10 %	-12 %	-4 %	6 %	-
November 2013						
Nedbør (L)	1157	1157	1157	1157	1157	1157
Nedbør gennem testfelt (L)	1056	952	916	975	982	-
Difference (L)	101	205	241	182	175	-
Afvigelse (%)	-9 %	-18 %	-21 %	-16 %	- 15 %	-
December 2013						
Nedbør (L)	1464	1464	1464	1464	1464	1464
Nedbør gennem testfelt (L)	1628	1444	1461	1556	1532	-
Difference (L)	164	20	3	91	67	-
Afvigelse (%)	10 %	1 %	0 %	6 %	4 %	-
Januar 2014						
Nedbør (L)	1545	1545	1545	1545	1545	1545
Nedbør gennem testfelt (L)	1713	1574	1567	1682	1688	-
Difference (L)	168	29	22	137	143	-
Afvigelse (%)	10 %	2 %	1 %	8 %	8 %	-

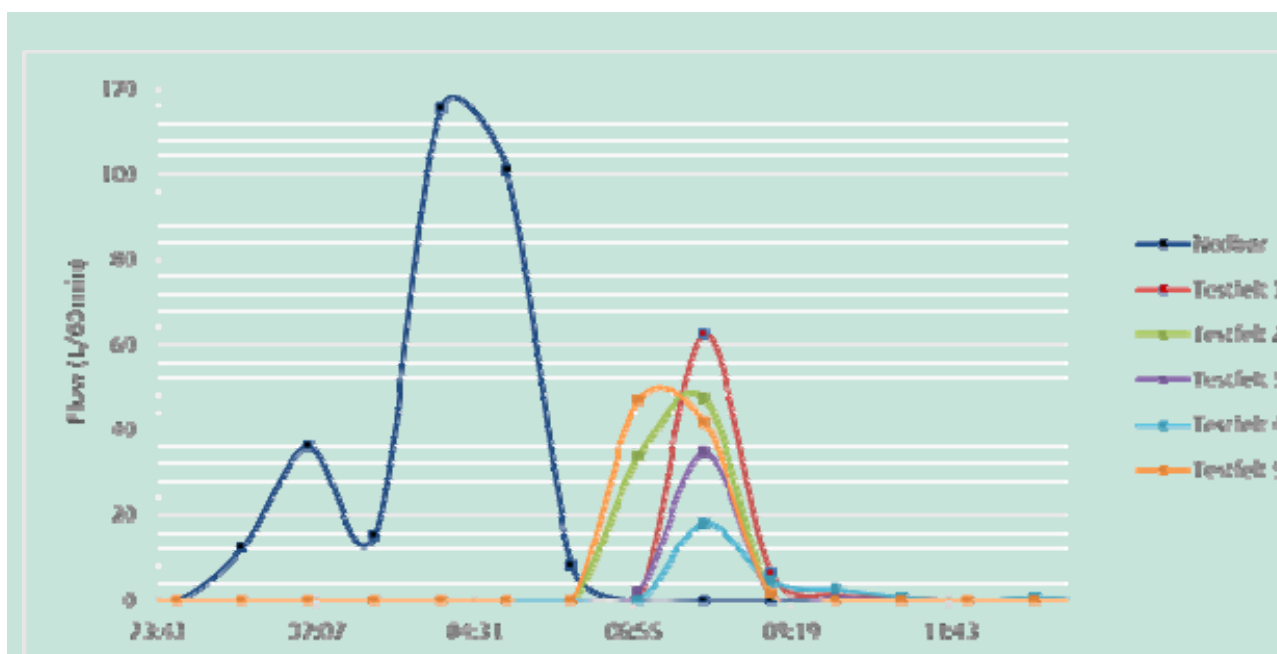
TABEL 2:
REGISTRERING AF NEDBØRSMÆNGDER OG AFLEDTE VANDMÆNGDER GENNEM TESTFELTERNE

Vandbalancen for september 2013 blev analyseret nærmere, ved at udtage én enkelt regnhændelse og undersøge det tidslige forløb henover dette. På Figur 1. ses et overblik over vandbalancen for hele september 2013.



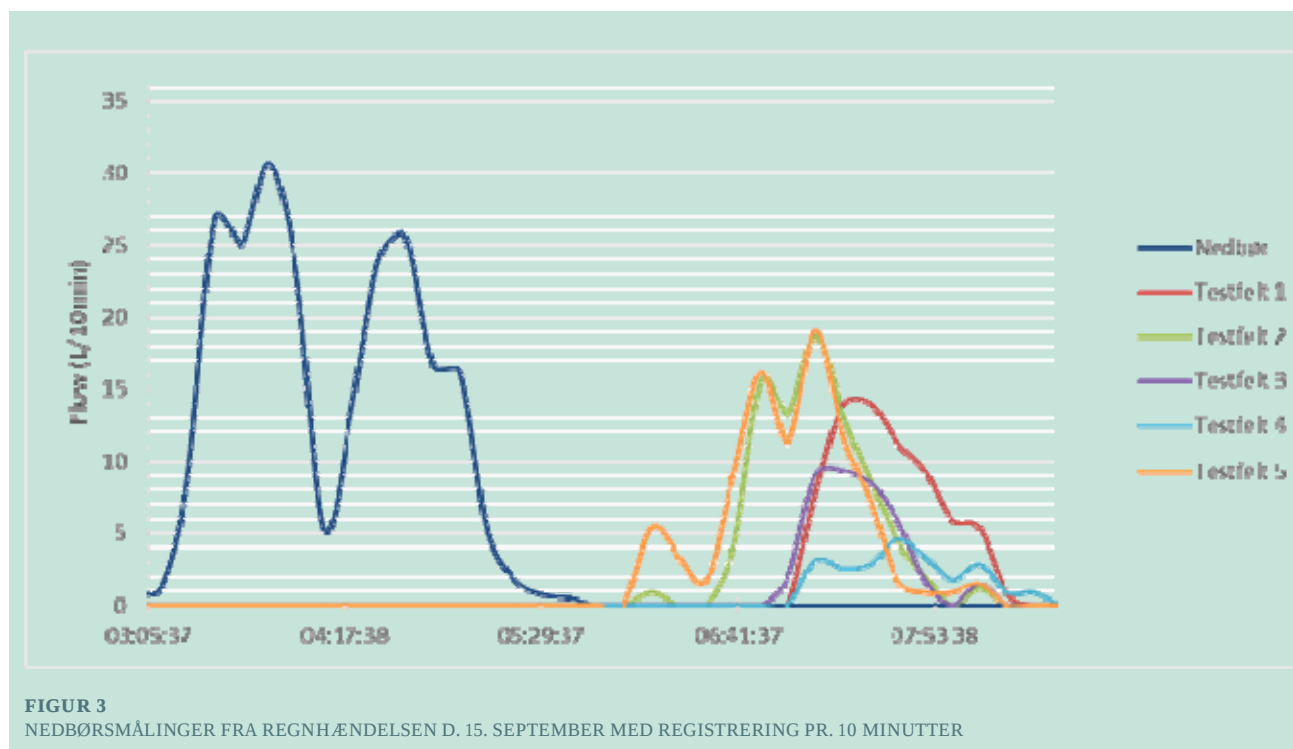
FIGUR 1
NEDBØRSMÅLINGER FRA SEPTEMBER 2013

Efterfølgende blev data fra d. 15. september 2013 taget ud til nærmere analyse. På Figur 2. er afbilledet hvordan vandbalancen ser ud plottet ift. liter pr. time.



FIGUR 2
NEDBØRSMÅLINGER FRA REGNHÆNDELSEN D. 15. SEPTEMBER MED REGISTRERING PR. 60 MINUTTER

Samme data blev yderligere plottet ift. liter pr. 10 min, for at give et mere detaljeret overblik over nedbør og testfelternes evne til at forsinke udledningen. Dette er vist på Figur 3.



En vigtig egenskab for de permeable befæstelser er deres evne til at forsinke udledningen af det vand som ledes igennem dem. På denne måde udnyttes deres magasinvolumen og belastningen på afløbssystemet reduceres.

Derfor er der på baggrund af resultaterne af nedbørsmålingerne og data fra målerbrøndene lavet en beregning af forskellen på de peak-værdier som den centralt placerede nedbørsmåler har registreret og de peak-værdier som er registreret på udledningen i målerbrøndene. Denne er opstillet i Tabel 3.

Testfelt	Start (tid)	Slut (tid)	Peak (tid)	peak (flow L/10 min)	peak forskydning (timer:minutter)	peak reduktion (%)
Nedbørs måler		15-09-2013 05:50	15-09-2013 03:50	30,626		
1	15-09-2013 07:00	15-09-2013 08:30	15-09-2013 07:30	14,036	03:40:00	54
2	15-09-2013 06:00	15-09-2013 08:20	15-09-2013 07:10	18,652	03:20:00	39
3	15-09-2013 06:50	15-09-2013 08:20	15-09-2013 07:20	9,326	03:30:00	70
4	15-09-2013 07:00	15-09-2013 08:40	15-09-2013 07:40	4,522	03:50:00	85
5	15-09-2013 06:00	15-09-2013 08:20	15-09-2013 07:10	19,028	03:20:00	38

TABEL 3:
REGISTRERING AF NEDBØRSMÆNGDER OG AFLEDTE VANDMÆNGDER GENNEM TESTFELTERNE

3.2 Infiltrationsevne

Permeable befæstelsers evne til at infiltrere vand gennem overfladen afhænger af deres design. Den styrende parameter for infiltrationsevnen er porøsiteten/hulrumsprocenten. Ved befæstelser hvor belægningen har den laveste porøsitet, hvilket ofte er tilfældet, vil infiltrationsevnen af belægningen således være af afgørende betydning for hele befæstelsens evne til at bortdræne regnvand.

Undersøgelser har vist at belægningers infiltrationsevne vil reduceres med tiden på grund af tilslemning i overfladen. Af denne årsag, er det derfor vigtigt, i forhold til anvendeligheden af permeable befæstelser, at undersøge hvor hurtigt denne reduktion forekommer. Infiltrationsevnen kan i nogen grad genskabes ved vedligehold, ved at fjerne tilslemningen, typisk med særlige spule/suge/feje maskiner, som først spuler belægningerne med vand under højt tryk og derefter suger det løsgjorte materiale op.

For at undersøge hvor hurtigt infiltrationsevnen reduceres, er der i projektet foretaget infiltrationsforsøg på hvert testfelt i perioden fra august 2013 til april 2014. Af Tabel 4. fremgår oplysninger om infiltrationshastigheder som opgivet fra leverandøren.

Produkt	Forventet infiltrationshastighed oplyst af producent/leverandør
DrænAf	54000 mm/timen (leverandøren oplyser 15 mm/sek)
SuperØkolock med 2-5 mm skærvefyldte hulrum	10 % af belægningens overflade vurderes at være skærvefyldte hulrum/fuger hvorigennem nedbør infiltreres. Hulrum er fyldt med DrænAf , hvilket giver en infiltrationshastighed på 5400 mm/timen for den samlede belægning.
Hydro-Flo	50 mm/timen
Drænasfalt	Ikke oplyst
PermaStone	3600 mm/timen (Leverandøren oplyser infiltrationshastighed på 1 L pr. sek. pr. kvm)
DrænStabil	36000 mm/timen (Producenten oplyser 10 mm/sek).
Knust genbrugsbeton	Ikke oplyst
32-45 + 5-8 skærver	Ikke oplyst
2-8 skærver	Ikke oplyst

TABEL 4:
REGISTRERING AF NEDBØRSMÆNGDER OG AFLEDTE VANDMÆNGDER GENNEM TESTFELTERNE

Til at måle infiltrationsevnen af de individuelle testfelter er der anvendt 3 forskellige målemetoder, hvilket vil blive gennemgået herunder.

Single Ring Infiltration Test (SRIT)

En ring med en diameter på 40cm og en højde på 40cm fastgøres på belægningen med sanitetskit eller lignende der sikrer at ringen slutter tæt mod belægningen. I ringen hældes en spand vand (ca. 19 liter) og vandets synkehastighed måles. Tidstagning startes når påfyldning påbegyndes. Tidspunkt og højde for maksimal vandstand noteres og vandstand noteres for hver ca. 20 sekund. Er synkehastigheden hurtigere, noteres tidspunktet for fald for hver anden centimeter vandstands-fald. Testen gennemføres to på hinanden følgende gange og gennemsnittet af de to målinger bruges som udtryk for belægningens infiltrationsevne. Udførsel af SRIT er vist på Billede 25.



BILLEDE 25
SINGLE RING INFILTRATION TEST (SRIT)

Constant Single Ring Infiltration Test (CONSRIT)

En ring med diameteren hvorefter ledningsvand tilføres så der dannes et konstant vandspejl i en højde så tæt på belægningen som muligt. Med udstyret der var til rådigt var det i praksis et vandspejl i 9-10 cm højde over belægningens overfode. Den tilførte mængde vand der gik til at opretholde et konstant vandspejl blev målt.

Falling head: Ved afslutning af måling efter CONSRIT metoden, noteres synkehastigheden ved at afbryde vandtilførslen og synkehastigheden noteres efter samme metodik som SRIT-metoden. Den modificerede metode CONSRIT er vist på Billede 26.



BILLEDE 26
CONSTANT SINGLE RING INFILTRATION TEST (CONSRIT)

Beckers apparat

Apparatet består af et akrylplastrør med en diameter på 95mm monteret på en krave der tilsluttes mod belægningen med sanitetskit. Røret vandfyldes og synkehastigheden for 10 cm vandsøjle måles. Det er hhv. når vandet er ca. 35 cm og 25 cm over befæstelsen. Metoden er udviklet til test på permeable asfaltbelægninger, men er ved Svanemøllehallen desuden forsøgsvist testet på de øvrige belægninger. Apparatet blev lånt hos Vejteknisk Laboratorium og brugt til test d. 10. april 2014. Apparatet opsat og klar til måling på lokaliteten er vist på Billede 27.



BILLEDE 27
BECKERS APPARAT

For de tre første metoder udregnes infiltrationsevnen som en lineær regression mellem målepunkter. Med Beckers apparat angives synkehastighed for de 10 cm vandsøjle i sekunder. Alle teststeder er opmålt så de kan genfindes.

3.2.1 Infiltrationstests på testfelt 1

Testfelt 1 består af IBF ØkoSuperLock på DrænStabil. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 16. august 2013, 10. april 2013 og 30. april 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 5 og Tabel 6.

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=- cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 1.1	-	-	0,3450	1242	-	-	-
test 1.2	0,3703	1333	0,3305	1190	-	-	-
test 1.3	-	-	0,2294	826	-	-	-
gennemsnit	-	-	0,3016	1086	-	-	-

TABEL 5:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 16. AUGUST 2013

Teststed	SRIT (h=15-19 cm)		CONSRIT		Falling head (h=9-10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 1.4	-	-	0,1436	517	0,1911	688	28
test 1.5	-	-	-	-	-	-	23
test 1.6	-	-	-	-	-	-	51
test 1.7	0,0828	298	0,0779	280	0,0952	343	-
test 1.8	0,2743	987	0,0465	167	0,0504	181	-
test 1.9	0,0498	179	0,0466	168	0,0541	195	-
gennemsnit	0,1356	488	0,0787	283	0,0977	352	34

TABEL 6:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 10. APRIL 2013 (TEST 1.4-1.6) OG D. 30. APRIL (TEST 1.7-1.9)

Infiltrationstests viser et markant fald i infiltrationsevne til knap 30% af infiltrationsevnen på ca.8 mdr. En del af dette skyldes formentlig tilslemning i befæstelsens fuger, men en del af reduktionen skyldes formentlig også at der i første test (aug'13) er anvendt en gummiring til forsegling mellem infiltrationsring og belægningens overflade, mens der forår'14 er anvendt sanitetskit.

3.2.2 Infiltrationstests på testfelt 2

Testfelt 2 består af Midtgaard Granit A/S Hydro-Flo på DrænStabil. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 16. august 2013, 10. april 2013 og 30. april 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 7 og Tabel 8.

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 2.1	-	-	0,1088	392	0,0775	279	-
test 2.2	-	-	0,0703	253	0,0602	217	-
test 2.3	-	-	0,0710	256	0,0538	194	-
gennemsnit	-	-	0,0834	300	0,1915	230	-

TABEL 7:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 16. AUGUST 2013

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 2.4	-	-	0,0002	1	0,0025	9	6499
test 2.5	-	-	0,0630	227	0,0724	261	-
test 2.6	-	-	0,0267	96	0,0243	87	-
test 2.7	0,006	22	0,000008	0,03	0,0019	7	-
test 2.8	-	-	0,0011	4	0,0037	13	-
test 2.9	-	-	-	-	-	-	1728
test 2.10	-	-	-	-	-	-	151
test 2.11	-	-	-	-	-	-	172
gennemsnit	-	-	0,0182	65	0,0210	75	2138

***TEST 2.4 Falling head er udført med stor ring**

****TEST 2.7 SRIT bygger på delvis genfyldning**

test 2.7 og 2.8 udført 30. april 2014

TABEL 8:

INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 10. APRIL 2013 (TEST 2.4-2.6) OG D. 30. APRIL (TEST 2.7-2.11)

I april 2014 kan der konstateres stor lokal forskel på Infiltrationsevnen, men intet sted måles så stor infiltrationsevne som ved testen d. 16. august 2013. Infiltrationsevnen er faldet til ca. 20 %, men er stadig inden for det som producenten oplyser ved ny installation. Foruden på grund af tilslemning, kan reduktionen skyldes at belægningen i den første periode efter anlæg infiltrerede en relativ stor del af nedbøren gennem fugerne.

3.2.3 Infiltrationstests på testfelt 3

Testfelt 3 består af NCC Drænasfalt DA8/DA16 på DrænStabil. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 16. august 2013, 10. april 2013 og 30. april 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 9 og Tabel 10.

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9-10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 3.1	-	-	0,3899	1404	0,3704	1333	-
test 3.2	-	-	0,2586	931	0,2568	924	-
test 3.3	-	-	0,2126	765	0,2021	728	-
gennemsnit	-	-	0,2870	1033	0,2764	995	-

TABEL 9:

INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 16. AUGUST 2013

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 3.4	-	-	0,1777	640	0,19	684	23
test 3.5	0,0135	49	-	-	-	-	52
test 3.6	-	-	-	-	-	-	18
test 3.7	-	-	-	-	-	-	31
test 3.8	-	-	-	-	-	-	14
test 3.9	-	-	-	-	-	-	18
test 3.10	-	-	0,0256	92	0,03	108	-
test 3.11	-	-	0,1082	390	-	-	-
gennemsnit	-	-	0,1038	274	-	-	26

TABEL 10:

INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 10. APRIL 2013 (TEST 3.4-3.6) OG D. 30. APRIL (TEST 3.7-3.11)

Infiltrationstestene viser en reduktion til ca. 25-30 % af den oprindelige infiltrationsevne. NCC oplyser selv at drænasfalt skal oprenses når infiltrationshastigheden er > 75 sek (målt med Beckers apparat). Ved rettesnor ved test af drænasfalt på Øster Søgade (ét lags drænasfalt) 1999/2000 brugte Vejdirektoratet Hollandske erfaringer til vurdering af belægningens infiltrationsevne og nødvendig drift. <30 sek: Ren drænasfalt, 30 < >50 sek: delvis tilstoppet drænasfalt (kan renses), 50 < >75 sek: tilstoppet drænasfalt (kan ikke renses).

3.2.4 Infiltrationstests på testfelt 4

Testfelt 4 består af Byggros PermaStone Epoxybelægning på nedknust beton. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 16. august 2013 og 30. april 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 11 og Tabel 12.

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 4.1	-	-	0,3248	1169	-	-	-
test 4.2	-	-	0,4529	1630	0,4737	1705	-
test 4.3	-	-	0,4760	1714	0,5833	2100	-
gennemsnit	-	-	0,4179	1504	0,5285	1903	-

TABEL 11:

INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 16. AUGUST 2013

Teststed	SRIT (h=15-19 cm)		CONSRIT		Falling head (h=9-10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 4.4	0,4906	1766	0,3207	1155	0,4211	1516	-
test 4.5	0,3703	1333	0,3333	1200	0,3043	1095	-
test 4.6	0,6426	2313	0,3949	1422	0,3421	1232	-
gennemsnit	0,5012	1804	0,3496	1259	0,3558	1281	-

TABEL 12:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 30. APRIL

Infiltrationsevnen målt d. 30. april 2014 er godt 80 % af den som blev målt d. 16. august 2013.
Infiltrationsevnen er i begge tilfælde stor nok til at håndtere selv meget kraftige regnskyl.

3.2.5 Infiltrationstests på testfelt 5

Testfelt 5 består af Byggros PermaStone Epoxybelægning på 32-45mm skærveblanding. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 22. august 2013, 30. april 2014 og 22. maj 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 13 og Tabel 14.

Teststed	SRIT (h=15-17 cm)		CONSRIT		Falling head (h=9-10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 5.1	1,2046	4337	0,4783	1722	0,4285	1543	-
test 5.2	-	-	0,4907	1767	0,425	1530	-
test 5.3	1,0827	3898	0,4760	1714	0,4825	1737	-
gennemsnit	1,1437	4118	0,4817	1734	0,4453	1603	-

TABEL 13:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 22. AUGUST 2013

Teststed	SRIT (h=13-18 cm)		CONSRIT		Falling head (h=6-9 ½ m)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 5.4	0,7063	2543	0,3376	1215	0,3393	1221	-
test 5.5	1,1184	4026	-	-	0,4651	1674	-
test 5.6	0,7213	2597	0,4066	1463	0,4261	1534	-
Test 5.7*	0,7463	2687	0,4105	1478	0,500	1800	-
gennemsnit	0,8231	2963	0,3849	1386	0,4326	1558	-

TABEL 14:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 30. APRIL 2013 (TEST 5.4-5.6) OG D. 22. MAJ (TEST 5.7)

Infiltrationsevnen målt d. 30. april 2014 og d. 22. maj 2014 er ca. 80 % af den infiltrationsevne som blev målt på testfeltet d.22.august 2013. Ved test 5.5 måtte det opgives at måle infiltrationsevnen ved CONSRIT-metoden på grund af for stor lokal infiltrationsevne til at det var praktisk muligt at tilføre nok ledningsvand til at holde et konstant vandspejl.

3.2.6 Infiltrationstests på testfelt 6

Testfelt 1 består af IBF ØkoSuperLock på 32-45mm skærveblanding. Der er gennemført infiltrationstests hhv. d. 16. august 2013, 10. april 2013 og 30. april 2014. Der er foretaget 3 individuelle tests pr. gang. Resultaterne fra infiltrationstestene er opstillet i Tabel 15 og Tabel 16.

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9 ½ -10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 6.1	-	-	0,2532	912	0,2703	973	-
test 6.2	-	-	0,4013	1445	0,3654	1315	-
test 6.3	-	-	0,3752	1351	0,38	1368	-
gennemsnit	-	-	0,3432	1236	0,3386	1219	-

TABEL 15:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 16. AUGUST 2013

Teststed	SRIT		CONSRIT		Falling head (h=9 ½ -10 cm)		Beckers
	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	L/sek	mm/time	
test 6.4	0,0954	343	0,0845	304	0,1023	368	-
test 6.5	0,1034	372	0,0974	351	0,1169	420	-
test 6.6	0,0688	248	0,0289	104	0,0278	100	-
gennemsnit	0,0892	321	0,0703	253	0,0823	296	-

TABEL 16:
INFILTRATIONSTEST FORETAGET D. 22. MAJ

Der er sket et kraftigt fald i infiltrationsevnen i størrelsesordenen som ved testfelt 1 med store lokale forskelle mellem testfelterne. Foruden tilslemning af de øverste centimeter af belægningerne, kan det også skyldes migrering af skærver fra afretningslaget til bærelaget samt omlejring af disse.

3.3 Rensningseffektivitet

Permeable befæstelser har en evne til at tilbageholde en del af de miljøfremmede stoffer som findes i det vand som ledes igennem dem. Der er i projektet foretaget en række analyser og målinger og resultaterne herfra er både sammenlignet med en referenceværdi, for det forventede indhold af miljøfremmede stoffer i vejvand samt værdier fra andre systemer til filtrering af forurenede vand. Som reference er anvendt en række målinger som er foretaget på vejvand på Ørestads Boulevard på Amager. Det er vurderet at miljøbelastningen på denne lokalitet i form af trafik er sammenlignelig med den som forekommer på Svanemøllehallens parkeringsplads. På Ørestads Boulevard ledes vejvandet direkte til kloak uden nogen form for rensning. Til at sammenligne rensningseffektiviteten af de permeable befæstelser, er anvendt resultater fra et tidligere

afrapporteret forsøg med et dobbeltporøst filtreringsanlæg (DPF) som blev testet i Ørestaden fra 2007-2010. Den miljømæssige belastning ved dette forsøg er dog ikke kendt, så det er udelukkende værdierne som kan sammenlignes.

3.3.1 Analyseprogram

Der findes ikke standardiserede kravspecifikationer til udledning af vand fra permeable befæstelser (nedsivning af regnvand/vegvand) som ville kunne fastsætte hvilke miljøfremmede stoffer der skulle analyseres for. Dette er typisk noget som varierer fra myndighed til myndighed og derfor noget som den pågældende kommunes miljøafdeling tager stilling til. Svanemøllehallen hører under Københavns Kommune og derfor blev dennes miljøafdeling inddraget i fastsættelsen af analyseprogrammet. Analyseprogrammet er opstillet i Tabel. 17.

Analyseparameter	Enhed	Analysemetode	Detektionsgrænse	Måleusikkerhed %
pH	pH	DS 287		
Turbiditet	FTU	DS 290	0,1	20
Metaller				
Bly (Pb)	µg/l	ICP/MS	0,5	30
Cadmium (Cd)	µg/l	ICP/MS	0,05	30
Kobber (Cu)	µg/l	ICP/MS	1	30
Zink (Zn)	µg/l	ICP/MS	5	30
Kulbrinter (pentan ekstraherbare)				
C6H6-C10	µg/l	GC/FID	2	40
C10-C25	µg/l	GC/FID	8	50
C25-C35	µg/l	GC/FID	10	70
Sum (C6H6-C35)	µg/l	GC/FID		
PAH-forbindelser				
Flouranthen	µg/l	GC/MS	0,01	24
Benzo(b+j+k)flouranthen	µg/l	GC/MS	0,01	24
Benzo(a)pyren	µg/l	GC/MS	0,01	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	GC/MS	0,01	24
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	GC/MS	0,01	24

TABEL 17:
ANALYSEPROGRAM

3.3.2 Analyser og sammenligningsgrundlag

Der er gennem tiden foretaget en række analyser af indholdet af miljøfremmede stoffer i vegvand. I denne rapport vil analyseresultaterne fra testfelterne ved Svanemøllehallen bliver sammenlignet med følgende tilsvarende undersøgelser:

- Analyser af vegvand i Skovlunde og Bagsværd (1997) [6]
- Analyser af vegvand i Gentofte (2000) [6]
- Analyser af vegvand i Sulsted (2006) [6]
- Analyser af vegvand i Ørestaden (2009) [6]

- Analyser af vejvand fra Fisketorvet og Ørestads Boulevard 41 (2011) [4]

Alle analyserapporterne findes i Appendiks 2-4. Vandprøverne blev udtaget ved at tømme beholderne i de individuelle målebrønde over i sterile flasker, som herefter blev mærket med nummer på testfelt samt dato. Der blev udtaget vandprøver med et interval på ca. 3 mdr. henover en periode på et halvt år, fra færdiggørelsen af testfelterne. Vandprøver blev udtaget på følgende datoer:

1. Vandprøve blev udtaget d. 23. juni 2013
2. Vandprøve blev udtaget d. 23. oktober 2013
3. Vandprøve blev udtaget d. 2. februar 2014

Vandprøverne blev efterfølgende analyseret iht. analyseprogrammet som skitseret i afsnit 3.3.1. Analyseresultaterne er holdt op imod grænseværdier for afledning til kloak [1], Miljøkvalitetskrav i vandområder [2] og målsætninger for vandområder [3] samt Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium [9]. Disse er beskrevet i Tabel. 18.

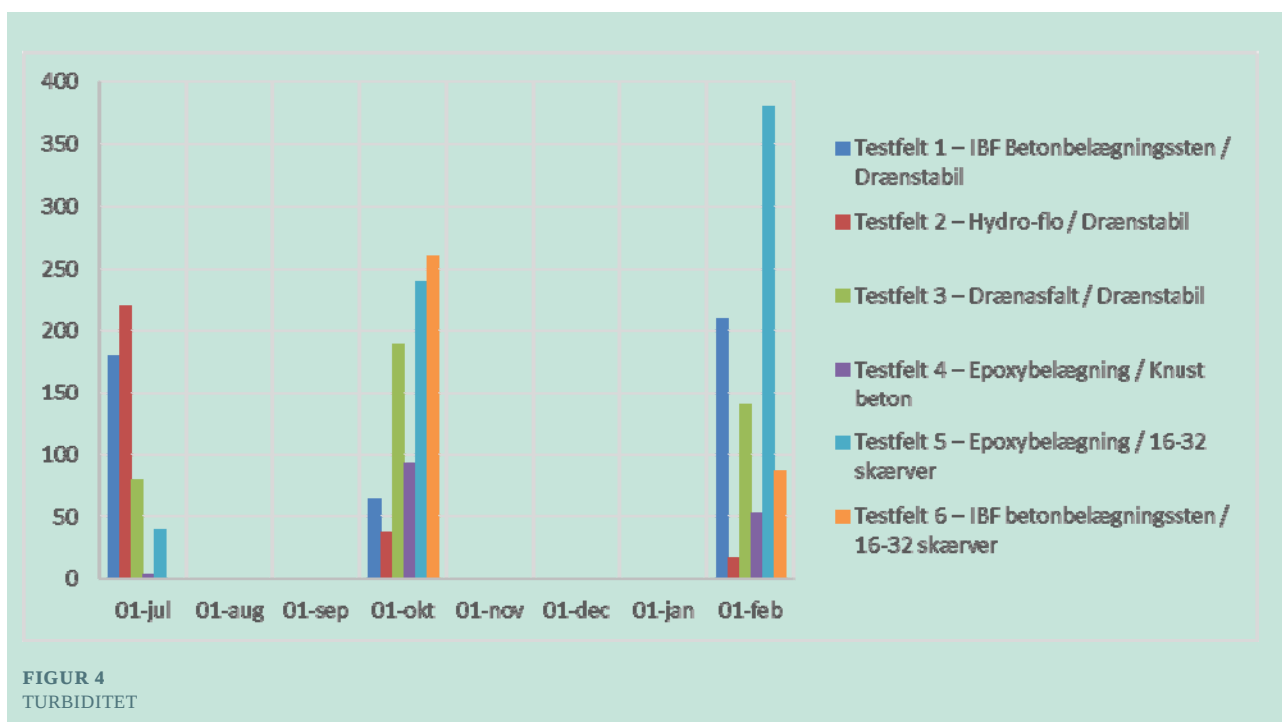
Analyseparameter	Grænseværdier for afl. kloak i µg/l [1]	Miljøkvalitetskrav i µg/l [2]	Målsætninger for udledning i µg/l [3]	Grundvandskvalitetskriterium i µg/l [9]
Suspenderet stof	500	25	-	-
Bly	100	-	-	1
Cadmium	3	-	-	0,5
Kobber	100	-	-	100
Zink	3000	-	100	100

TABEL 18:
MILJØPARAMETRE FOR STOFFER I AFLEDT VAND

Yderligere er resultaterne, hvor dette er muligt, sammenlignes med analyseresultaterne fra karakteriseringen af regnvand fra parkeringsarealer jf. Rapporten fra Lynettefællesskabet I/S (august 2011) [4]. Det skal bemærkes at omstændighederne omkring prøveudtagning er forskellige ml. Fisketorvet/Ørestads Boulevard 41 og prøverne fra Svanemøllehallen. Prøveudtagningen ved Fisketorvet/Ørestads Boulevard 41 er foretaget som flowproportionale, direkte i afløbet, under eller lige umiddelbart efter en regnhændelse. Ved Svanemøllehallen er vandprøverne taget fra prøveopsamlingsbeholder.

3.3.3 Turbiditet

Turbiditet eller uklarhed i vand kan beskrives som nedsat gennemsigtighed forårsaget af kolloider og/eller suspenderet stof. Der er således en fornuftig korrelation mellem turbiditet og suspenderet stof (SS). Målingerne af turbiditet er illustreret på Figur 4.



Den højeste målte værdi for turbiditet på 380 er registreret d. 2. februar på testfelt 5 (Epoxybelægning på 16/32 skærver). Analyseresultaterne for turbiditet for hvert af de 6 testfelter er opstillet i Tabel 19.

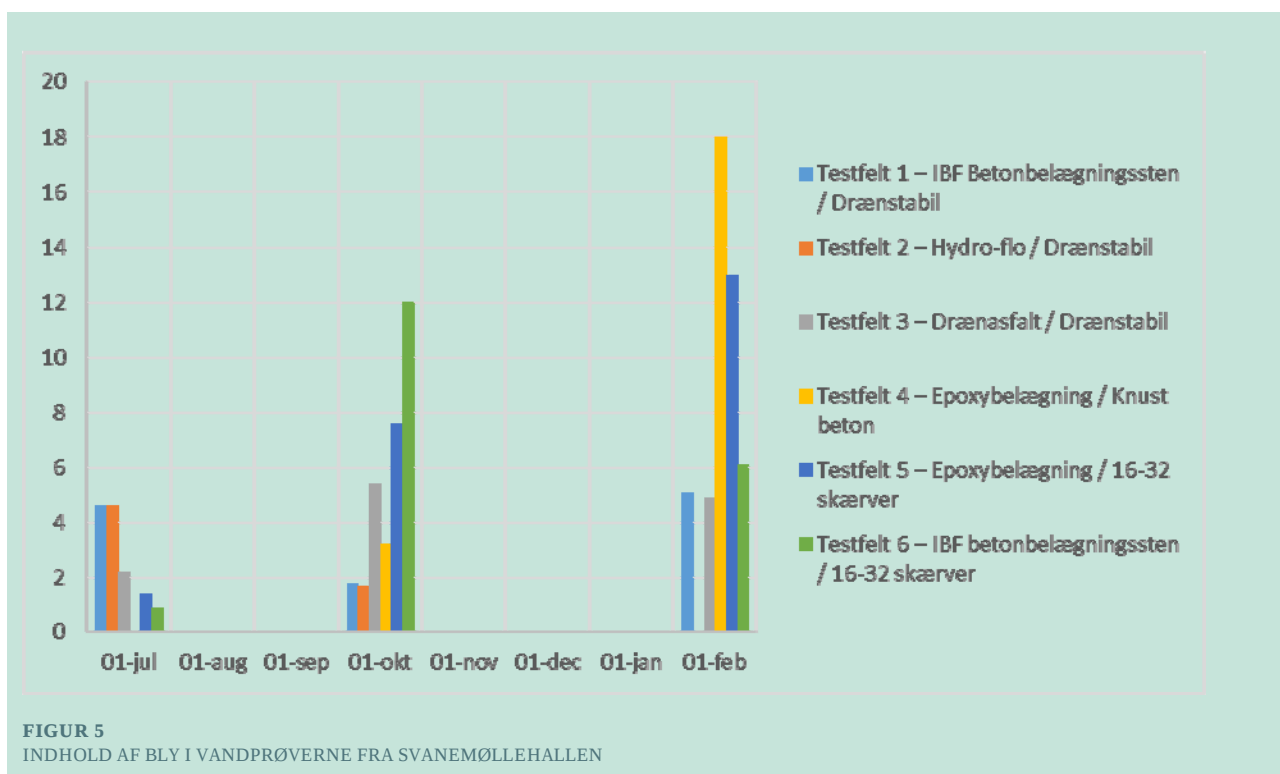
Turbiditet (FTU)	Max	Min	Gennemsnit	Std. afvigelse
Testfelt 1 – IBF Betonbelægningssten / Drænstabil	210	64	151	63
Testfelt 2 – Hydro-flo / Drænstabil	220	17	92	91
Testfelt 3 – Drænasfalt / Drænstabil	190	80	137	45
Testfelt 4 – Epoxybelægning / Knust beton	93	4	50	36
Testfelt 5 – Epoxybelægning / 16-32 skærver	380	40	220	140
Testfelt 6 – IBF betonbelægningssten / 16-32 skærver	260	1	116	108

TABEL 19:
ANALYSERESULTATER FOR TURBIDITET FRA SVANEMØLLEHALLEN

De højeste værdier som blev registreret for suspenderet stof ved forsøgene på Fisketorvet og Ørestads Boulevard [4], var på hhv. 270 for Ørestads Boulevard (uden olieudskiller) og 88 for Fisketorvet (med olieudskiller). Det skal hertil bemærkes, at turbiditetsmålingerne fra Svanemøllehallen må anses for at være summen af både suspenderet stof og kolloider i det opsamlede vand.

3.3.4 Bly

Bly er optaget på listen over prioriterede stoffer (EU, 2001) med det sigte løbende at reducere udledningen (EU, 2000) [1]. Bly binder sig primært til partikulært materiale [5], derfor er blykoncentrationen i det afledte vand en god indikator for filtreringseffekten af det enkelte testfelt. De målte værdier for bly fra testfelterne på Svanemøllehallen er illustreret på Figur 5.

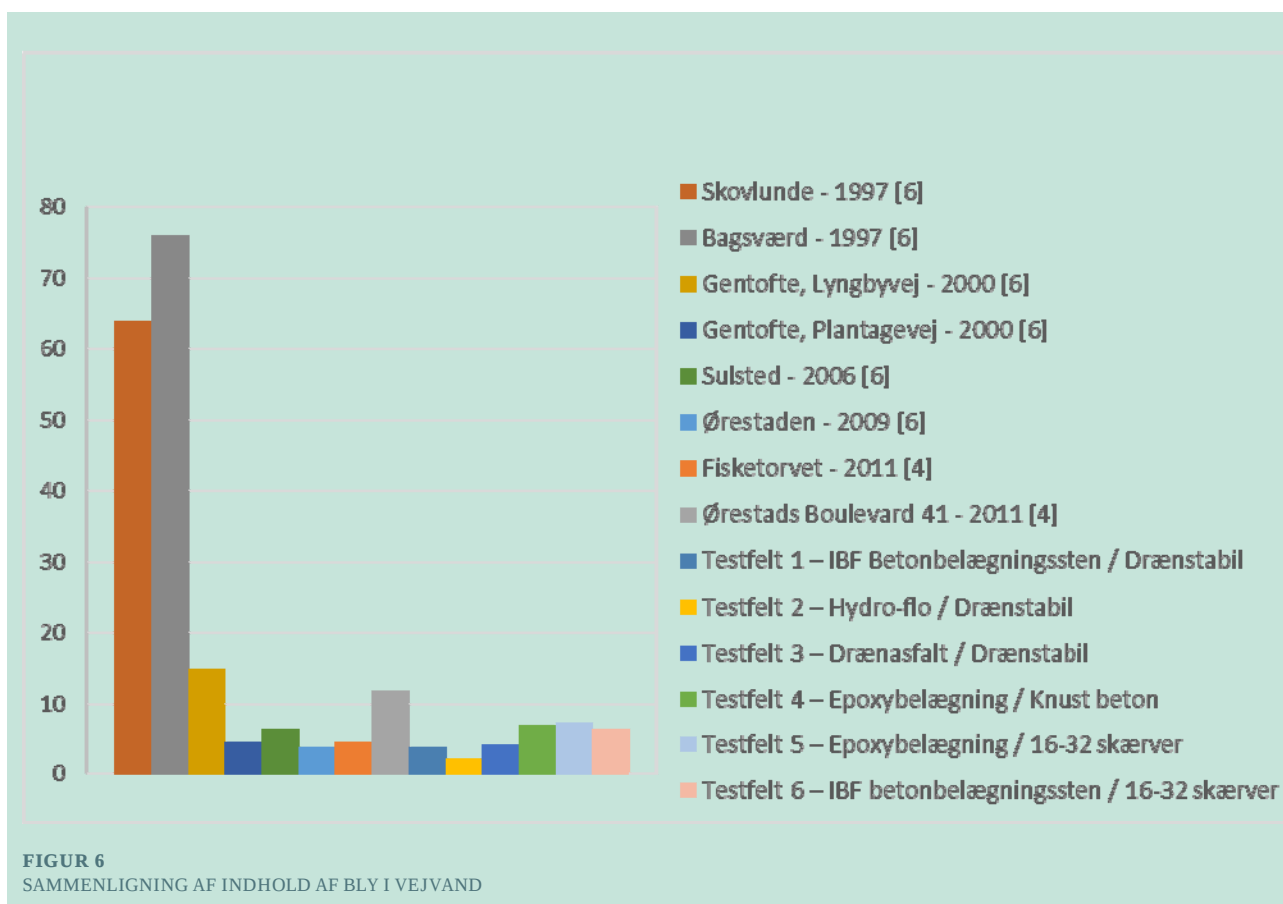


Det højeste indhold af bly som er registreret i måleperioden, er på 18 µg/l og er registreret d. 2. februar 2014 på testfelt 4 (Epoxybelægning / Knust beton). Sammenligning af resultaterne for indhold af bly i det afledte vand fremgår af Tabel. 20.

Bly (Pb)	Max (µg/l)	Min (µg/l)	Gennemsnit (µg/l)	Grænseværdi (µg/l) [1]	Std. afvigelse
Skovlunde - 1997 [6]	-	-	64	100	-
Bagsværd - 1997 [6]	-	-	76	100	-
Gentofte, Lyngbyvej - 2000 [6]	18	12	15	100	-
Gentofte, Plantagevej - 2000 [6]	5,8	3,0	4,4	100	-
Sulsted - 2006 [6]	12	3,8	6,3	100	-
Ørestaden - 2009 [6]	26	<1	3,81	100	-
Fisketorvet - 2011 [4]	10	1,6	4,53	100	3,87
Ørestads Boulevard 41 - 2011 [4]	20	0,8	11,93	100	8,13
Testfelt 1 – IBF Betonbelægningssten / Drænstabil	5,1	1,8	3,83	100	1,45
Testfelt 2 – Hydro-flo / Drænstabil	4,6	<0,5	2,1	100	1,45
Testfelt 3 – Drænasfalt / Drænstabil	5,4	2,2	4,17	100	1,41
Testfelt 4 – Epoxybelægning / Knust beton	18	<0,5	7,07	100	7,4
Testfelt 5 – Epoxybelægning / 16-32 skærver	13	1,4	7,33	100	4,74
Testfelt 6 – IBF betonbelægningssten / 16-32 skærver	12	0,9	6,33	100	4,53

TABEL 20:
ANALYSERESULTATER FOR INDHOLD AF BLY (PB)

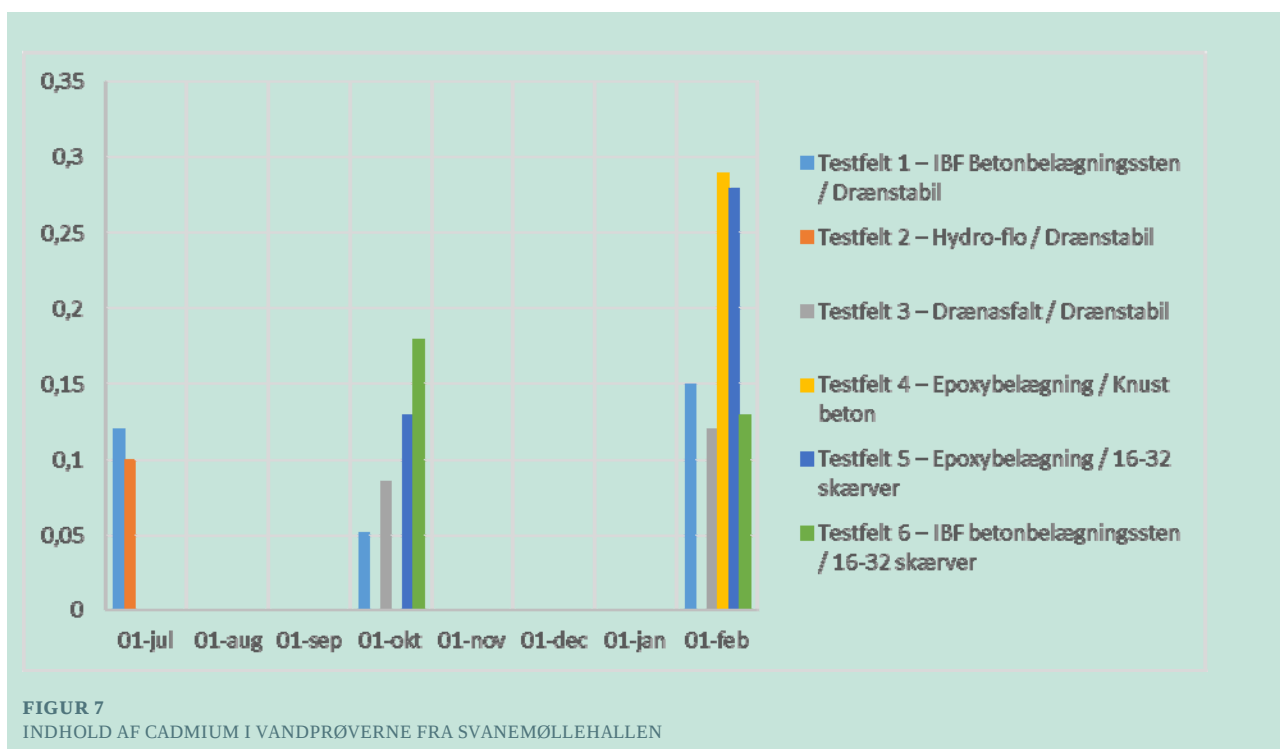
De gennemsnitligt målte værdier for bly i de analyser af vejvand som indgår i datasættet er afbilledet i Figur 6.



3.3.5 Cadmium

For cadmium er det et mål helt at eliminere forurening med dette stof, da dette indgår på EU's Liste I (EU, 1976). Cadmium er desuden optaget på listen over prioriterede stoffer under vandrammedirektivet (EU, 2001), identificeret som prioriterede farlige stoffer, hvilket betyder, at udledningen af stoffet på sigt skal bringes til ophør (EU, 2000) [1]. Cadmium kan bl.a. forekomme som korrosionsprodukter af zink.

De målte værdier for cadmium fra testfelterne på Svanemøllehallen er illustreret på Figur 7.



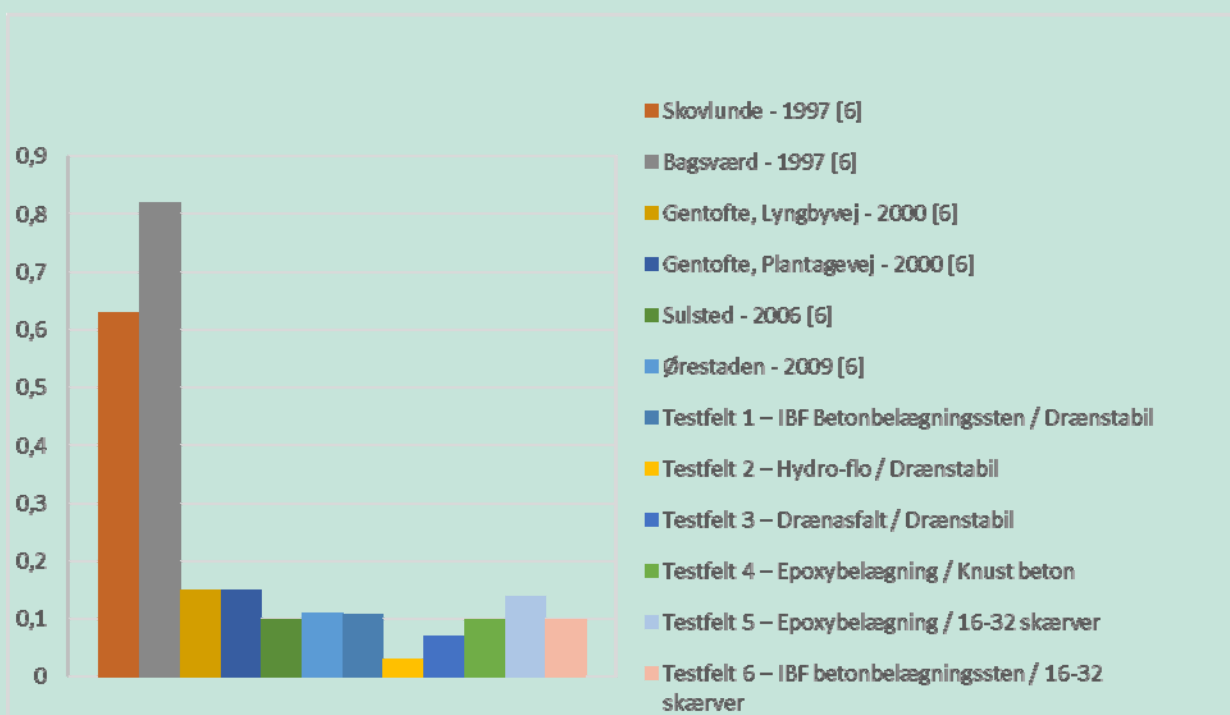
Det højeste indhold af cadmium som er registreret i måleperioden, er på 0,29 µg/l og er registreret d. 2. februar 2014 på testfelt 4 (Epoxybelægning / Knust beton).

Sammenligning af resultaterne for indhold af cadmium i det afledte vand fremgår af Tabel 21.

Cadmium (Cd)	Max (µg/l)	Min (µg/l)	Gennemsnit (µg/l)	Grænseværdi (µg/l) [1]	Std. afvigelse
Skovlunde - 1997 [6]	-	-	0,63	3	-
Bagsværd - 1997 [6]	-	-	0,82	3	-
Gentofte, Lyngbyvej - 2000 [6]	<0,3	<0,3	<0,3	3	-
Gentofte, Plantagevej - 2000 [6]	<0,3	<0,3	<0,3	3	-
Sulsted - 2006 [6]	0,2	<0,1	0,10	3	-
Ørestaden - 2009 [6]	0,29	<0,1	0,11	3	-
Fisketorvet [4]	-	-	-	3	-
Ørestads Boulevard 41 [4]	-	-	-	3	-
Testfelt 1 – IBF Betonbelægningssten / Drænstabil	0,15	0,052	0,11	3	0,04
Testfelt 2 – Hydro-flo / Drænstabil	0,1	<0,05	0,03	3	0
Testfelt 3 – Drænasfalt / Drænstabil	0,12	<0,05	0,07	3	0,02
Testfelt 4 – Epoxybelægning / Knust beton	0,29	<0,05	0,10	3	0
Testfelt 5 – Epoxybelægning / 16-32 skærver	0,28	<0,05	0,14	3	0,08
Testfelt 6 – IBF betonbelægningssten / 16-32 skærver	0,18	<0,05	0,10	3	0,03

TABEL 21:
ANALYSERESULTATER FOR INDHOLD AF CADMIUM (CD)

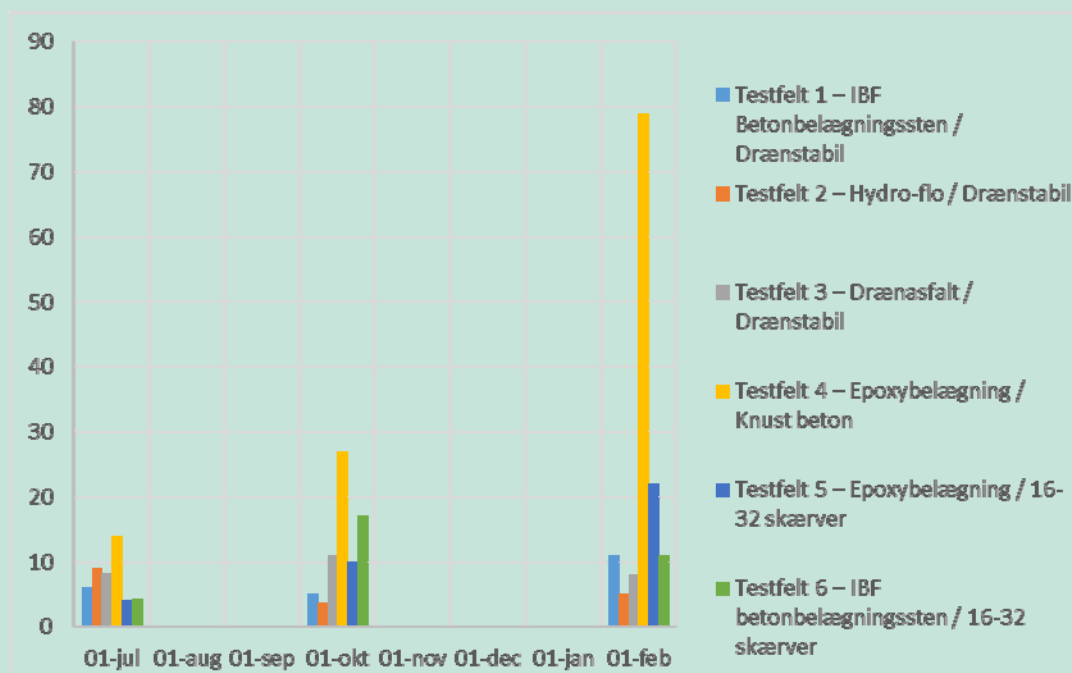
De gennemsnitligt målte værdier for cadmium i de analyser af vejvand som indgår i datasættet er afbilledet i Figur 8.



FIGUR 8
SAMMENLIGNING AF INDHOLD AF CADMIUM I VEJVAND

3.3.6 Kobber

Der er stadig stigende fokus på udledning af kobber, især fra industrispildevand. Grænseværdien for udledning af kobber til offentlig kloak er på 100 µg/l. Indholdet af kobber i vandprøverne fra Svanemøllehallen er illustreret på Figur 9.



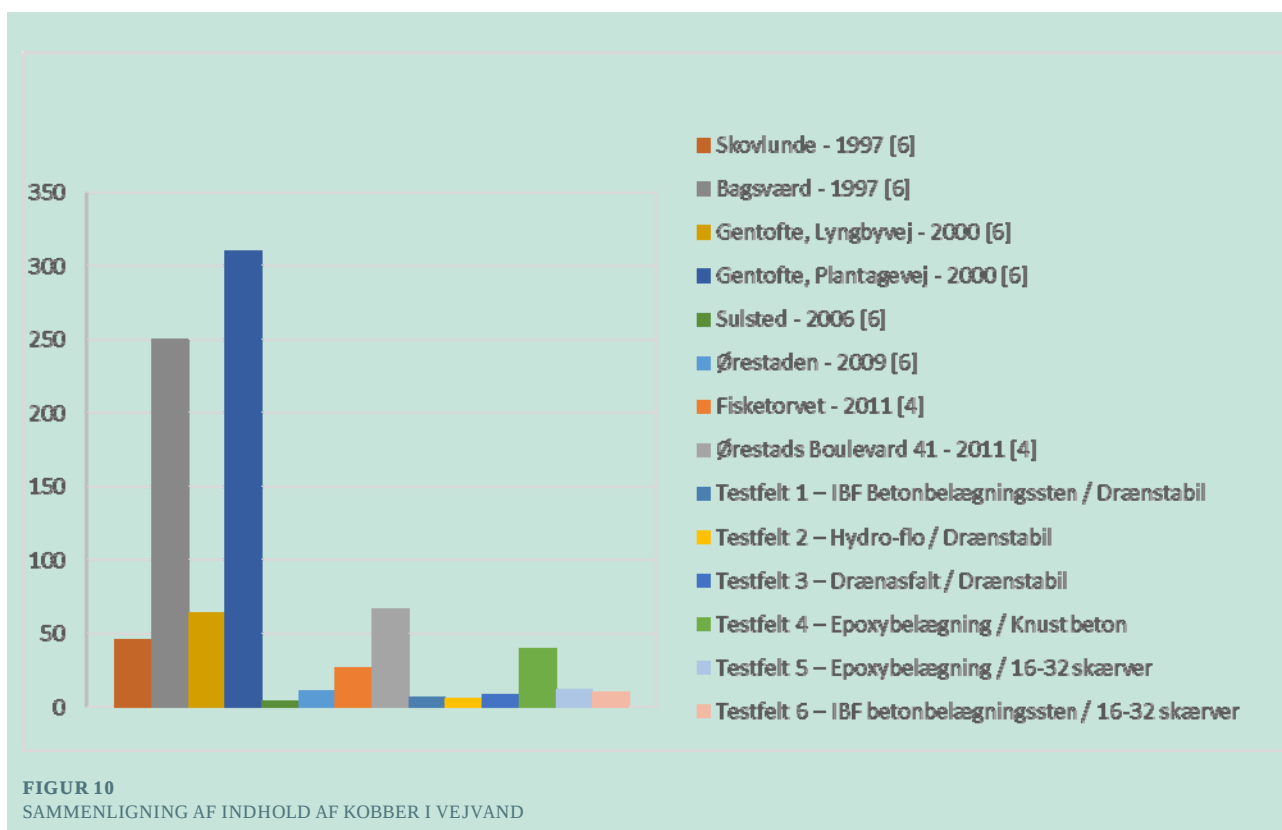
FIGUR 9
INDHOLD AF KOBBER I VANDPRØVERNE FRA SVANEMØLLEHALLEN

Det højeste indhold af kobber som er registreret i måleperioden, er på 79 µg/l og er registreret d. 2. februar 2014 på testfelt 4 (Epoxybelægning / Knust beton). Sammenligning af resultaterne for indhold af kobber i det afledte vand fremgår af Tabel 22.

Kobber (Cu)	Max (µg/l)	Min (µg/l)	Gennemsnit (µg/l)	Grænseværdi (µg/l) [1]	Std. afvigelse
Skovlunde - 1997 [6]	-	-	46	100	-
Bagsværd - 1997 [6]	-	-	250	100	-
Gentofte, Lyngbyvej - 2000 [6]	70	58	64	100	-
Gentofte, Plantagevej - 2000 [6]	490	130	310	100	-
Sulsted - 2006 [6]	11	<0,1	4,4	100	-
Ørestaden - 2009 [6]	40	3,9	11,51	100	-
Fisketorvet [4]	45	15	27,33	100	-
Ørestads Boulevard 41 [4]	110	12	67	100	-
Testfelt 1 – IBF Betonbelægningssten / Drænstabil	11	5,1	7,37	100	2,6
Testfelt 2 – Hydro-flo / Drænstabil	9,1	3,7	5,97	100	2,29
Testfelt 3 – Drænasfalt / Drænstabil	11	8	9,1	100	1,35
Testfelt 4 – Epoxybelægning / Knust beton	79	14	40	100	28,1
Testfelt 5 – Epoxybelægning / 16-32 skærver	22	4,1	12	100	7,45
Testfelt 6 – IBF betonbelægningssten / 16-32 skærver	17	4,2	10,37	100	5,23

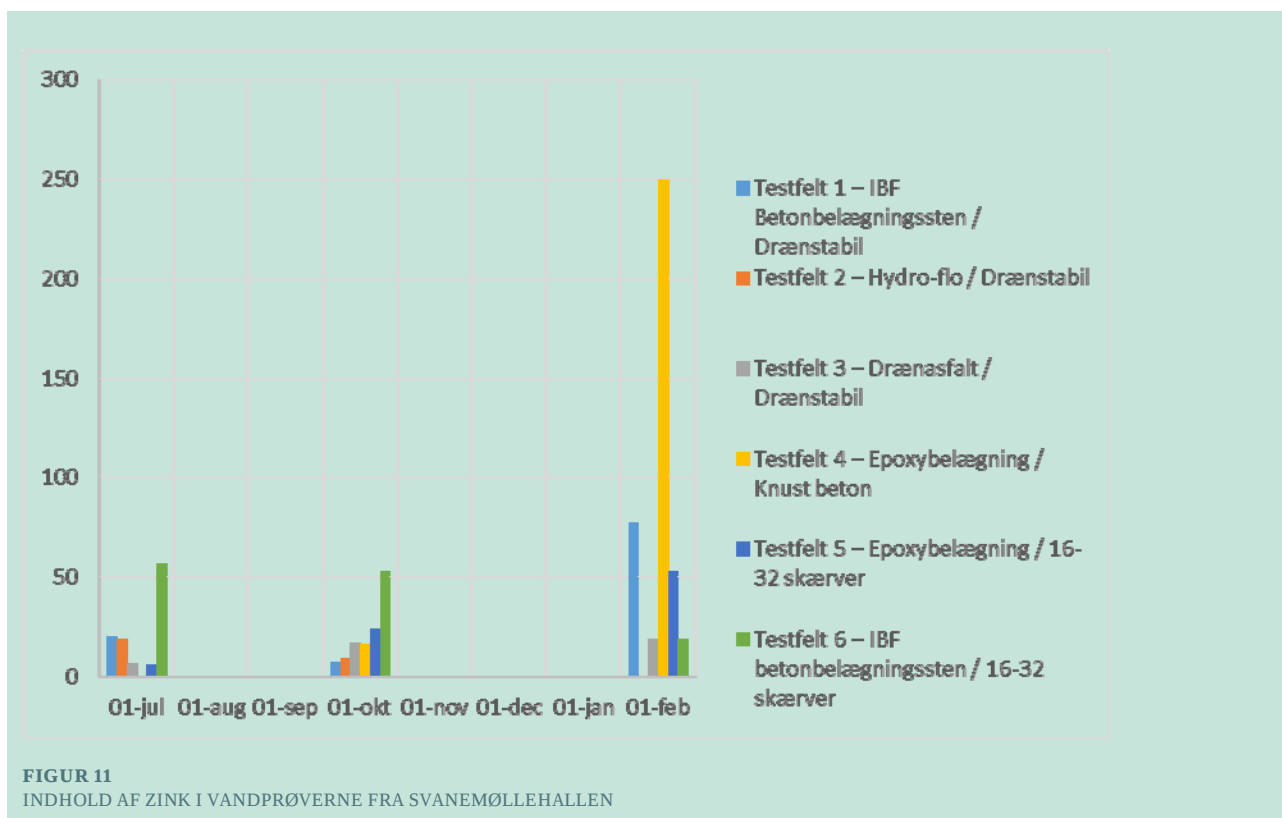
TABEL 22:
ANALYSERESULTATER FOR INDHOLD AF KOBBER (CU)

De gennemsnitligt målte værdier for kobber i de analyser af vejvand som indgår i datasættet er afbilledet i Figur 10.



3.3.7 Zink

Grænseværdien for udledning af zink til offentlig kloak er på 3000 µg/l. Indholdet af zink i vandprøverne fra Svanemøllehallen er illustreret på Fig. 11.

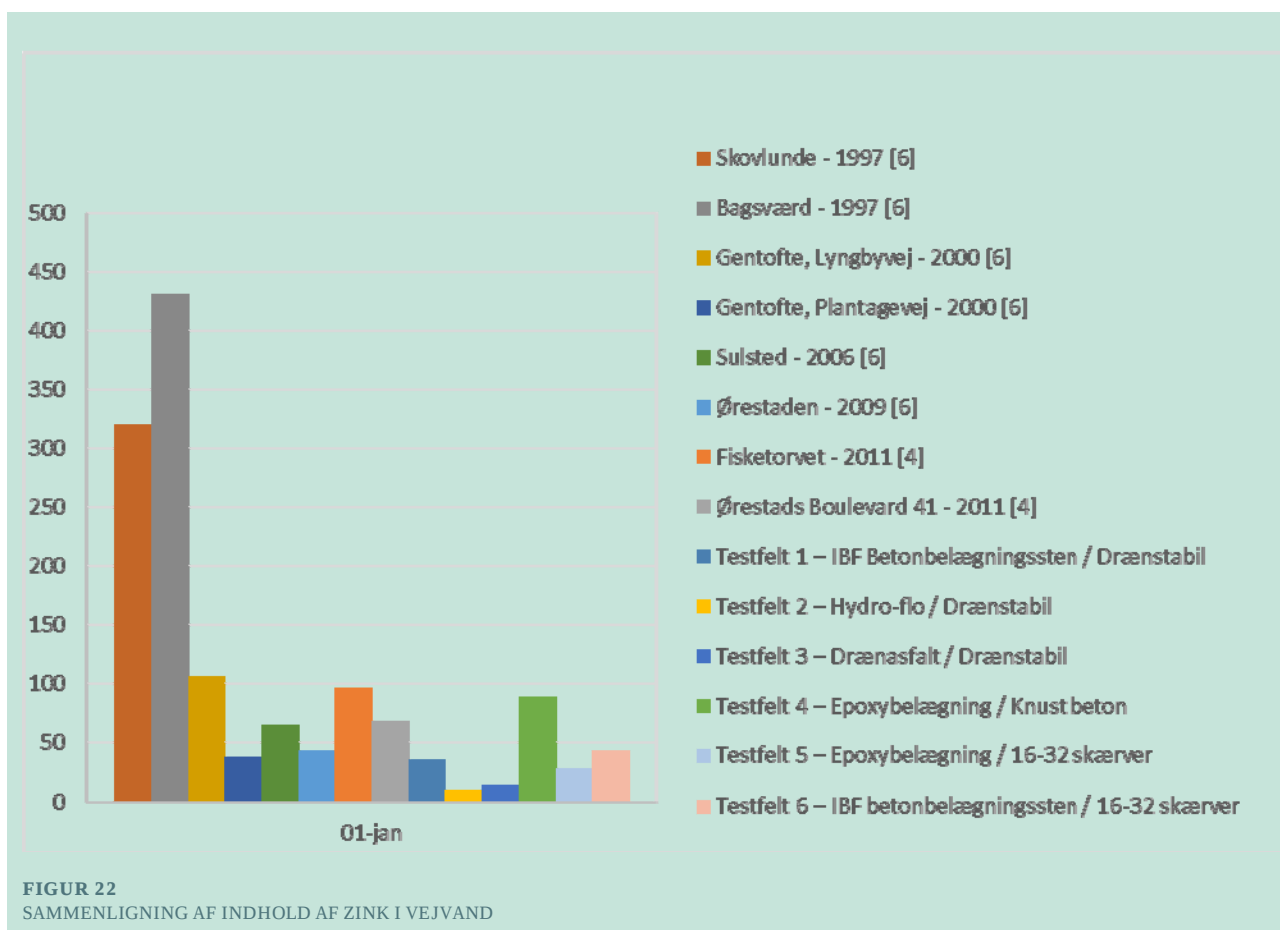


Det højeste indhold af zink som er registreret i måleperioden, er på 250 µg/l og er registreret d. 2. februar 2014 på testfelt 4 (Epoxybelægning / Knust beton). Sammenligning af resultaterne for indhold af zink i det afledte vand fremgår af Tabel 23.

Zink (Zn)	Max (µg/l)	Min (µg/l)	Gennemsnit (µg/l)	Målsætning (µg/l) [8]	Grænseværdi (µg/l) [1]	Std. afvigelse
Skovlunde - 1997 [6]	-	-	320	110	3000	-
Bagsværd - 1997 [6]	-	-	430	110	3000	-
Gentofte, Lyngbyvej - 2000 [6]	140	72	106	110	3000	-
Gentofte, Plantagevej - 2000 [6]	38	37	37,5	110	3000	-
Sulsted - 2006 [6]	130	5	64	110	3000	-
Ørestaden - 2009 [6]	140	8,9	42,23	110	3000	-
Fisketorvet [4]	180	46	95,67	110	3000	-
Ørestads Boulevard 41 [4]	110	12	67	110	3000	-
Testfelt 1 – IBF Betonbelægningssten / Drænstabil	77	7,4	34,8	110	3000	30,28
Testfelt 2 – Hydro-flo / Drænstabil	19	<5	10,4	110	3000	4,85
Testfelt 3 – Drænasfalt / Drænstabil	19	6,4	14,13	110	3000	5,53
Testfelt 4 – Epoxybelægning / Knust beton	250	<5	88,67	110	3000	117
Testfelt 5 – Epoxybelægning / 16-32 skærver	53	6,1	27,7	110	3000	19,32
Testfelt 6 – IBF betonbelægningssten / 16-32 skærver	57	19	43	110	3000	17,05

TABEL 23:
ANALYSERESULTATER FOR INDHOLD AF ZINK (ZN)

De gennemsnitligt målte værdier for zink i de analyser af vejvand som indgår i datasættet er afbilledet i Figur 12.



3.4 Strukturel integritet og sætninger

En af de typiske årsager til sætninger af belægningsfladen på befæstede arealer, er paradoksalt nok vand i bærelaget. Ved vand i bærelagene er der opdrift på tilslagspartiklerne, med risiko for at disse kan omlejres. Dertil kommer risikoen for frosthævninger.

Permeable befæstelser er i udgangspunktet ikke designet til at bære tung trafik pga. lavere bæreevne, da der skal opretholdes en permeabilitet i bærelagene. Det betyder at permeable befæstelser i udgangspunktet ikke bør anvendes til højere trafikklasser end T2, svarende til <75 lastbiler pr. døgn eller max. 20 stk. 10-tons akselækvivalenter.

Af hensyn til ovenstående er der derfor god grund til at nøje følge den tilstandsmæssige udvikling af sætninger/sporkøring.

Traditionelle belægninger sætter sig, hvorfor belægninger typisk udføres med 5-10 mm overhøjder. Sætningerne sker ved færdsel hvorved både afretning og bærelag komprimeres yderligere ift. det udlagte. Er færdslen ikke jævnt fordelt kan der opstå sporkøring eller punktvis sætninger pga. punktblastning. Sætninger er ofte varige, men kan overså ske periodevis i forbindelse med frost om vinteren.

3.4.1 Sætninger – Sporkøring

Antagelsen var at permeable belægninger vil ikke sætte sig mere end tilsvarende belægninger. På grund af belægningens drænende egenskaber vil der ikke ske periodevis (eller varige) sætninger ved frost. Belægningerne er opmålt i august 2013 og igen i april/maj 2014. De enkelte belægninger har i gennemsnit sat sig mellem -3mm og +1mm. Som kvalitetskrav er der som udgangspunkt anvendt

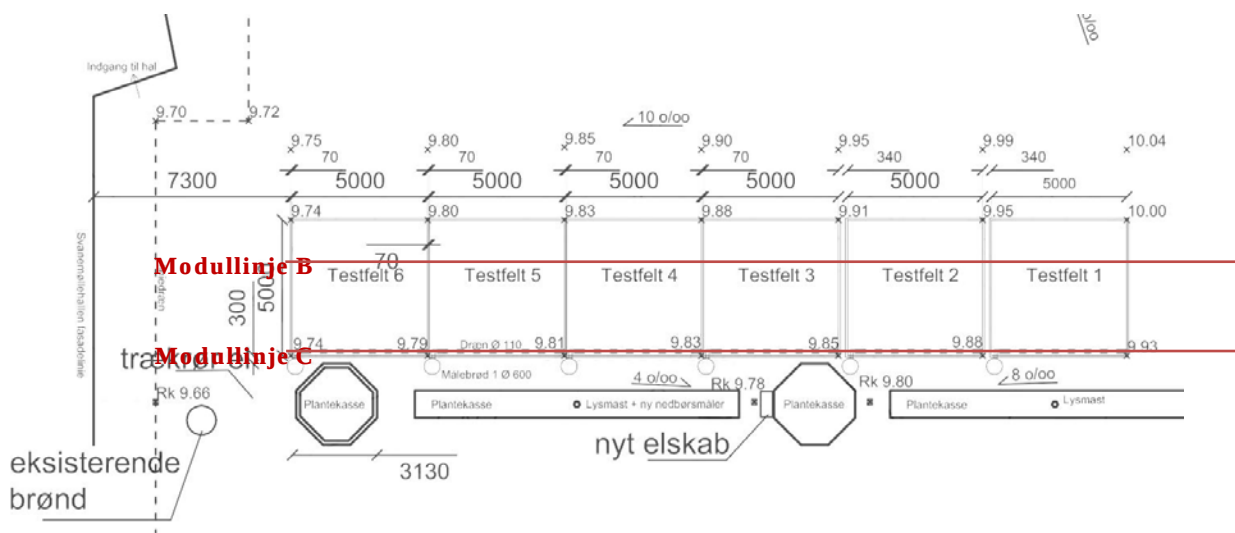
de værdier som er opgivet i Normer og Vejledninger for Anlægsgartnerarbejde [10]. Ingen af belægningerne har sat sig mere end de 10 mm som vejledningen for udførende anlægsgartnere beskriver. Der er ikke registreret hverken synlige sætninger eller tegn på sporkøring. Resultaterne er sammenfattet i tabellen næste side.

Belægningerne er opmålt ved nedstik med tommestok pr. 10 cm fra to udspændte snore på tværs af køreretning 1 m fra kant af belægningen. Placering af mål/modullinjer fremgår af målskitse nedenfor. Den gennemsnitlige difference mellem de to opmålinger er opgjort for hver modullinje sammen med den største difference målt. Den hyppigst forekommende difference (typetal) er opgjort sammen med summen af hhv. sætninger og hævnings for alle målepunkterne i hver af modullinjerne. Opmålingen af belægningerne er vist på Billede 28.



BILLEDE 28
OPMÅLING AF TESTFELTER

Sætninger/hævninger har i perioden været minimale og er i alle tilfælde inden for krav i normer. Testfelt 6 er den belægning der har den største og mest ujævne belægning med sætninger mellem 4 og 6 mm i modullinjer i befæstelsens højre (sydlige) side. Dette kan skyldes at afretningslag/fugemateriale ved belastning migrerer fra øvre lag ned i hulrum mellem dette testfelts relativ store skærver. Hvis dette er tilfældet forventes denne proces at stoppe når hulrum er fyldte og fremtidige sætninger må forventes at være som ved testfelt 1. Placeringen af modullinjerne er illustreret på Billede 29.



BILLEDE 29
INDETEGNING AF MODULLINJER PÅ OVERSIGT

Testfelt 2 har sætninger af samme omfang som testfelt 6, men er her jævnt fordelt over hele fladen. Ved testfelt 1 kan der registreres mindre sætninger på modulinje B og hævnings for modulinje C. Sætningerne/hævningerne vurderes at skyldes små bevægelser i de udlagte betonsten. Både sætninger og hævnings er ubetydelige. Resultaterne fra opmålingerne er opstillet i Tabel 24.

Testfelt	Modulinje	Gennemsnitlig difference (mm)	Max differens (mm)	Typetal (antal nedstik)	Sum -/+ (mm)
Testfelt 1	B	-1	2	-1 (23)	-50/8
Testfelt 1	C	1	4	2 (16)	-11/61
Testfelt 2	B	-3	-5	-3 (27)	-134/0
Testfelt 2	C	-2	-6	-3 (15)	-118/0
Testfelt 3	B	-1	-2	-1 (19)	-27/2
Testfelt 3	C	0	-2	-1 (14)	-21/3
Testfelt 4	B	-1	6	-1 (17)	-62/10
Testfelt 4	C	-1	-5	1 (23)	-50/6
Testfelt 5	B	-1	-5	-1 (23)	-68/2
Testfelt 5	C	-2	-4	2 (22)	-116/2
Testfelt 6	B	-3	-8	-2 (15)	-127/1
Testfelt 6	C	-2	-5	1 (18)	-104/0

TABEL 24:
RESULTATER FRA OPMÅLINGEN AF TESTFELTERNE

3.4.2 Kvalitetskontrol af drænasfalt

Efter udlægning af drænasfalten er det standard procedure at foretage kontrol af det udlagte. Designmæssig værdi for hulrumsprocenten er ca. 22 %. Efter udlægning blev der udtaget 3 borekerner til verificering af hulrumsprocenten i hhv. slidlag og bærelag. Resultatet af denne undersøgelse er opstillet i Tabel 25.

Kerne	drænasfalt	Hulrum (%)	Lagtykkelse (cm)
1	DA8	24	2,0
	DA16	16,1	7,0
2	DA8	19,8	3,0
	DA16	15,1	6,5
3	DA8	20,0	3,2
	DA16	14,8	8,0

TABEL 25:
VERIFIKATION AF HULRUMSPROCENT IDRÆNASFALT

Som det fremgår af resultaterne, er der en relativ stor variation af hulrumsprocenterne og en tilsvarende afvigelse fra den designmæssige værdi. Dette tilskrives at drænasfalten måtte håndudlægges grundet testfeltets størrelse. Typisk anvendes asfaltudlægger og komprimeringsudstyr med en langt højere grad af præcision end det er muligt at opnå ved håndudlægning. Billede 30 illustrerer én af de borekerner som blev udtaget til kontrol.



BILLEDE 30
GENNEMSKÅRET BOREKERNE AF DRÆNASFALT DA8/DA16

Konklusion

Der er blevet etableret seks individuelle testfelter med permeable befæstelser på Svanemøllehallens parkeringsplads. Der er foretaget en række undersøgelser og analyser på disse i perioden fra april 2013 til maj 2014. Resultaterne herfra, må grundet det beskedne statistiske grundlag, betragtes som indikative. De væsentligste observationer er præsenteret herunder.

Vandbalance

På baggrund af opsamlet data fra målebrøndene er der opstillet vandbalancer for alle testfelterne. Formålet var primært at undersøge befæstelsernes evne til at forsinke vandet på dets vej til afløbssystemet.

- Samtlige testfelter forsinker tilledningen af vand til afløbssystemet
- Befæstelserne reducerede i gennemsnit det målte peakflow med ca. 60 %
- Den gennemsnitlige forsinkelseseffekt/peakforskydning blev målt til 3,5 time

Infiltrationsevne

Der er foretaget infiltrationstest på hvert testfelt for at undersøge hvor hurtigt vandet bortdrænes. Disse tests er gennemført hhv. lige efter testfelterne er etableret og efter ca. 1 års brug, for at bestemme reduktionen af infiltrationsevne over tid. Skybrudshændelsen d. 2. juli 2011 er brugt som mål for infiltrationsevnen. Her blev der registreret en døgnnedbør på 135mm, hvor den højeste intensitet blev målt til 3,1 millimeter nedbør per minut over en periode på 10 minutter.

- Alle testfelter havde infiltrationsrater over 1000 mm per time umiddelbart efter etablering, med undtagelse af testfelt 2, her var den indledende infiltrationsrate på 300 mm per time.
- Efter 1 års brug var infiltrationsevnen for de beton- og asfaltbaserede belægninger i gennemsnit reduceret med 70 %
- Infiltrationsevnen af Permastone-belægningerne blev blot reduceret med 18 % i gennemsnit efter 1 års brug
- Alle testfelter, på nær testfelt 2, har efter 1 års brug, en infiltrationsevne som gør dem i stand til at håndtere en skybrudshændelse tilsvarende d. 2. juli 2011
- Forsøg med reetablering af infiltrationsevne ved oprensning af belægningerne er ikke foretaget, men på baggrund af visuel inspektion og tidligere erfaring, vurderes det, at det er muligt at genskabe den oprindelige infiltrationsevne ved oprensning hvor belægningerne bliver spulet med vand og suget.

Da reduktion af infiltrationsevnen er en udfordring er det derfor nødvendigt at overveje mulighederne for oprensning. Yderlige relevante test bør belyse omkostningerne til oprensning af belægningerne, samt hvor meget af den initiale infiltrationsevne der kan genopnås. Endvidere er det nødvendigt at overveje om belægningen skal håndtere hverdagsregn, skybrud eller 100 års regn.

Rensningseffektivitet

Befæstelsernes evne til at rense det vand som ledes igennem dem er blevet undersøgt. Der er blevet udtaget vandprøver til analyse fra hvert testfelt, med omkring tre måneders mellemrum. Der er analyseret for en række tungmetaller, kulbrinter og PAH-forbindelser. Resultaterne er blevet sammenlignet med tidligere undersøgelser af indholdet af miljøfremmede stoffer i vejvand. Som reference er anvendt resultater fra en lignende analyse fra Ørestads Boulevard, hvor koncentrationerne af miljøfremmede stoffer er målt i afløbet på en parkeringsplads med en

miljøbelastning tilsvarende den på Svanemøllehallen. Til sammenligning med andre systemer til rensning af vejvand, er anvendt analyseresultater fra et tidligere MUDP projekt omkring dobbeltporøs filtrering (DPF). Her blev vejvand ledt gennem et DPF-filter og det udledte vand analyseret for koncentration af miljøfremmede stoffer.

- I samtlige prøver som er analyseret er indholdet af organiske forbindelser (Kulbrinter/PAH) så lavt, at det er under detektionsgrænsen
- Den fundne mængde af tungmetallerne cadmium, kobber og zink overholder Grundvandskvalitetskriteriet for samtlige testfelter
- Grundvandskvalitetskriteriet for bly er ikke overholdt
- Mængden af tungmetaller i prøverne fra Svanemøllehallen svarer til resultaterne fra Ørestaden, hvor DPF-teknikken er anvendt til rensning
- Befæstelserne demonstrerer en reduktion af bly på ml. 40-80 % sammenlignet med referencen
- Befæstelserne demonstrerer en reduktion af kobber på ml. 40-90 % sammenlignet med referencen
- Befæstelserne demonstrerer en reduktion af zink på ml. 35-85 % sammenlignet med referencen, undtagen testfelt 4, her er der registreret en stigning på 35 %
- Testfelt 2 demonstrerer den højeste reduktion i udledningen af samtlige tungmetaller

Som resultaterne indikerer, så er der tilsyneladende en invers sammenhæng mellem infiltrationsevne og rensningseffektivitet. Det lader til at jo tættere befæstelsen er, desto bedre er filtreringen. Dette er i overensstemmelse med erfaringerne beskrevet i state of the art. Hvis dette er gældende, så er filtreringen på bekostning af infiltrationsevnen og det er derfor nødvendigt at have dette for øje ved design af sin permeable befæstelse.

Strukturel integritet og sætninger

Det har været et mål at igennem visuel inspektion og opmålinger, at undersøge hvorvidt permeable befæstelser er mere udsatte for lodrette bevægelser, dvs. sætninger/sporkøring eller frosthævninger. Befæstelserne har dog på intet tidspunkt været vandfyldte, dvs. hvor vandet er stuvet op i selve befæstelsen, hvilket må betegnes som den mest kritiske situation. På baggrund af dette, er det reelt set ikke muligt at besvare det overordnede spørgsmål. De observationer som er gjort, må derfor betragtes som et udtryk for hvor sårbare permeable befæstelser er for udførselsmæssige fejl sammenlignet med traditionelle befæstelser.

- Antagelsen var at permeable befæstelser ikke sætter sig mere end traditionelle befæstelser. Dette har holdt stik i måleperioden
- Sætninger har været minimale

Det skal igen understreges, at disse observationer er foretaget over en tidsbegrænset periode på 1 år og det derfor er vanskeligt at vurdere hvordan disse egenskaber ændres over befæstelsernes levetid. Der er behov for en mere omfattende dokumentation af permeable befæstelser og her anbefales det at lade projektresultaterne danne grundlag for denne.

Referencer

- [1] Miljøministeriet Miljøstyrelsen: Tilslutning af industrispildevand til offentlige spildevandsanlæg Vejledning Nr. 2. 2006
- [2] Miljøministeriet. Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb søer eller havet. BEK nr. 1022 af 25/08/2006
- [3] Københavns Kommune. Vandområdeplan for Fæstningskanalen, Utterslev Mose, Nordkanalen, Søborghus Renden og Emdrup Sø. August 2004
- [4] Lynettefællesskabet I/S og DHI. Måleprogram for regnvand fra parkeringsarealer. August 2011.
- [5] Københavns Universitet, Skov&Landskab: "Filterjord til rensning af vejvand" af Marina Bergen Jensen, Simon Toft Ingvertsen, Karin Cederkvist, 2010
- [6] Københavns Kommune: "LAR-Projekthåndbog – Tagvand og vejvand – indhold af miljøfremmede stoffer" 2010
- [7] Miljøministeriet: Bekendtgørelse om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer og havet. BEK. nr. 921 af 08/10/1996
- [8] Københavns Kommune: Krav til afledning af regnvand til kanaler i Ørestaden. Baggrunden for disse krav er BEK. nr. 921 af 08/10/1996
- [9] Miljøministeriet, Miljøstyrelsen: Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord og kvalitetskriterier for drikkevand, juni/juli 2010
- [10] Danske Anlægsgartnere, Normer og Vejledning for Anlægsgartnerarbejde, 2005

Appendiks

1. Jordprøver



Bent G Seifert A/S
Nyvej 26
2750 Ballerup
Att.: Bent Seifert

København den 13. juli 2012

Vedr.: P4016 – Supplerende analyse på jord, Svanemøllen, afv. proj. Kbh.

Med henblik på at etablere nedsivningsanlæg på nuværende parkeringsplads skal jorden under grus afgraves ned til 0,7 m.u.t. og køres bort. Der er ca. 100 tons jord.

Arealet har tidligere været anvendt som "forplads" til sporvognsremise. Arealet er ikke kortlagt, men ligger i områdeklassificeret område. I bilag 1 er data vedlagt.

Dokumentation af jorden

RGS 90 Jordrens modtog 2. juli 2012 to jordprøver til analyse udtaget i udgravning på parkeringspladsen. Resultaterne viste for olie hhv. 310 og 53 mg/kg TS, jf. vort brev af 5. juli 2012.

Med baggrund i de inhomogene resultater har RGS 90 Jordrens efterfølgende den 11. juli 2012 udtaget 1 jordprøve fra arealet til kemisk analyse for olie, PAH og metaller. I bilag 2 er arealet og prøvesteder vist.

Jordprøven blev udtaget med håndbor som blandeprøve af 5 stik fra ca. 0,1 – 0,4 m.u.t. og emballeret i membranglas og geo-pose.

Tabel 1 viser resultat, jordkvalitetskriterium samt "KMC's" modtagekriterier (mg/kg TS). De markerede resultater viser indhold højere end jordkvalitetskriterierne.

Pr	Olie	>C6	>C10	>C15	>C20	PAH	BaP	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Sv1	470	<2,5	<5	11	460	2,1	0,50	0,19	4,8	7,2	3,8	8,4	27
JK	100	25	40	55	100	4,0	0,3	0,5	500	500	30	40	500
KMC	300	50	*	*	300	75	15	10	2500	2500	500	1500	2500

*. KMC har et samlet kriterie fra C10 – C20 på 100 mg/kg TS.

Laboratoriet noterer til analysen: "motor/smøreolie-tjære/asfalt eller lign."

I bilag 3 er analyse rapport vedlagt.

Vurdering

Analysen viser, at jorden er kraftigt forurenet med tung olie (kl. IV). Forureningen er ikke afgrænset.

RGS 90 Jordrens A/S

Sølinevej 4
2300 København S
Tlf. 32 48 90 90
Fax. 32 50 80 80

Hovedkontor:
Råstof og Genanvendelse
Selskabet af 1990 A/S
Sølinevej 4
2300 København S
Tlf. 32 48 90 90
Fax. 32 50 80 80

rgs90@rgs90.dk
www.rgs90.dk

CVR-nr. 15084790

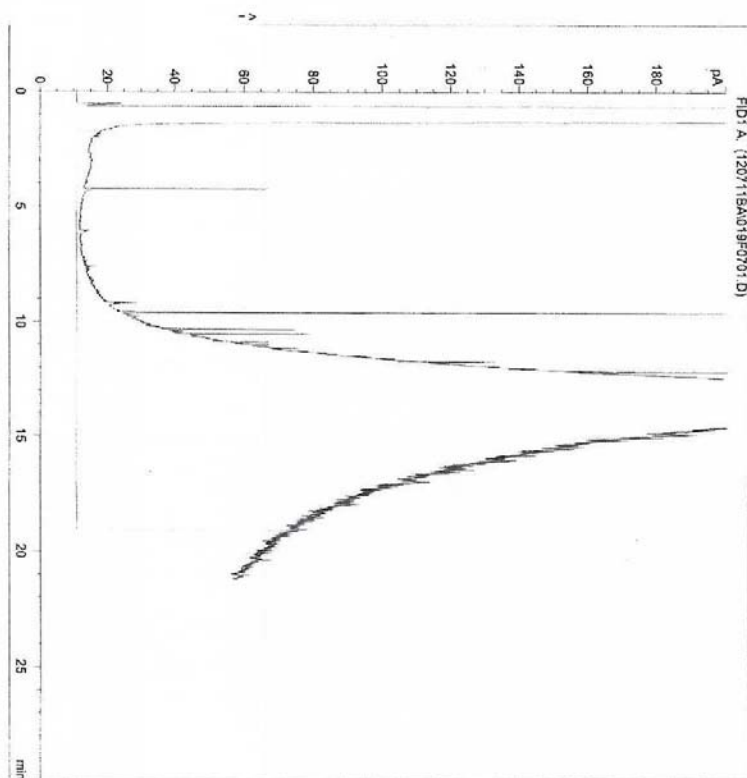
en del af koncernen

EUDKVE-00017060 05-07-2012

EUDKVE-00017060 05-07-2012

RGS 90 AS										"Jordklasse"			
Vejledning Sjælland										Prove-nummer	835-2012-01817401		
										Prove-ID			
Parameter	Enhed	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Prove-mærkning	SV1					
Bly	mg/kg TS	40	40	120	400	400		8,4					
Cadmium	mg/kg TS	0,5	0,5	1	5	5		0,19					
Chrom total	mg/kg TS	50	500	500	750	750		4,8					
Kobber	mg/kg TS	30	500	500	750	750		7,2					
Nikkel	mg/kg TS	15	30	40	100	100		3,8					
Zink	mg/kg TS	100	500	500	1500	1500		27					
C8-C10 (Reliab)	mg/kg TS	25	25	35	50	50		< 2,5					
C10-C15 (Reliab)	mg/kg TS	40	40	60	80	80		< 5					
C15-C20 (Reliab)	mg/kg TS	55	55	83	110	110		11					
C20-C35 (Reliab)	mg/kg TS	100	100	200	300	300		5,8					
Sum C10-C20 (Reliab)	mg/kg TS	55	55	83	110	110		11					
Sum C6-C35 (Reliab)	mg/kg TS	100	100	200	300	300		2,0					
Fluoranten	mg/kg TS	-	-	-	-	-		0,40					
Benz(a)pyren	mg/kg TS	-	-	-	-	-		0,79					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,1	0,3	1	5	5		0,50					
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	-	-	-	-	-		0,30					
Sum af 7 PAH'er	mg/kg TS	0,1	0,3	1	5	5		0,077					
	mg/kg TS	1	4	15	75	75		2,1					

C:\HPCHEM\1\DATA\120711BA\019F0701.D C:\HPCHEM\1\METHODS\THCGC12A.M
 V1201817401 Vial No. 19
 Prøvenr. 835-2012-01817401 Instrument GC-12
 Batchnr. EUDKVE-00018174



Prøvenr. V1201817401

Fractions Report

Name	Start	End	Baseline	Area
Benzen-C10	1.51	4.88	11	862
>C10-C15	4.88	7.82	11	261
>C10-C25	4.88	11.76	11	7043
>C15-C20	7.82	10.02	11	1319
>C20-C25	10.02	11.76	11	5464
>C20-C35	10.02	15.08	11	50294
>C25-C35	11.76	15.08	11	44831
>C35-C40	15.08	19.08	11	23587
C7-C12	1.71	6.20	11	835
C9-C16	3.83	8.31	11	574
Benzen-C8	1.51	3.16	11	510
>C8-C10	3.16	4.88	11	353
>C10-C12	4.88	6.20	11	93
>C12-C16	6.20	8.31	11	275
>C16-C35	8.31	15.08	11	51506
Total Sum				187806

GC-12 12-07-2012 22:35:15 12-07-2012 22:35->

RGS 90 A/S
Selinevej 4
2300 København S
Att.: Frank Laursen

Rapportnr.: AR-12-CA-00018174-01
Batchnr.: EUDKVE-00018174
Kundenr.: CA0000042
Modt. dato: 11.07.2012

Analyserapport

Sagnavn: Svanemøllen - af. proj.
Prøvetype: Jord
Prøvetager: Rekvisenten
Prøveudtagning: 11.07.2012
Analyseperiode: 11.07.2012 - 13.07.2012

Lab prøvenr:	01817401	Enhed	DL	Metode	Um (%)
Prøvemærke:	SV1				
Tørstof	94	%	0.05	DS 204 mod.	10
Metaller					
Bly (Pb)	8.4	mg/kg ts.	3	SM 3120 ICP/OES	30
Cadmium (Cd)	0.19	mg/kg ts.	0.05	SM 3120 ICP/OES	30
Chrom (Cr)	4.8	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kobber (Cu)	7.2	mg/kg ts.	2	SM 3120 ICP/OES	30
Nikkel (Ni)	3.8	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Zink (Zn)	27	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)					
Benzen-C10	< 2.5	mg/kg ts.	2.5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C10-C15	< 5	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	30
C15-C20	11	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C20-C35	460	mg/kg ts.	25	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	62
Sum (C10-C20)	11	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
Sum (Benzen-C35)	470	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
PAH-forbindelser					
Fluoranthren	0.40	mg/kg ts.	0.005	Intern M0071 GC/MS	10
Benzo(b+j+k)fluoranthren	0.79	mg/kg ts.	0.005	Intern M0071 GC/MS	10
Benzo(a)pyren	0.50	mg/kg ts.	0.005	Intern M0071 GC/MS	10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.30	mg/kg ts.	0.005	Intern M0071 GC/MS	12
Dibenzo(a,h)anthracen	0.077	mg/kg ts.	0.005	Intern M0071 GC/MS	20
Sum af 7 PAHer	2.1	mg/kg ts.		Intern M0071 GC/MS	

01817401 Prøvekommentar:
Kromatogrammet viser indhold af komponenter med et kogepunktsinterval som motor/smøreolie-tjære/asfalt eller lign.

13.07.2012

Kundecenter
Tlf: 70224267
G30@eurofins.dk

Christina H. Tønnersen
Christina Højsholm Tønnersen
Kunderådgiver

Teanforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
I.p.: ikke påvist
I.m.: ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RSD%, se i øvrigt www.eurofins.dk, segeord: Måleusikkerhed.
Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Side 1 af 1

RGS 90 A/S
Selinevej 4
2300 København S
Att.: Frank Laursen

Rapportnr.: AR-12-CA-00017060-01
Batchnr.: EUDKVE-00017060
Kundenr.: CA0000042
Modt. dato: 02.07.2012

Analyserapport

Sagsnr.: P4016
Sagsnavn: Svanemøllehallen afv.
Prøvetype: Jord
Prøvetager: Rekvirenten
Prøveudtagning: 02.07.2012
Analyseperiode: 02.07.2012 - 05.07.2012

Lab prøvenr:	01708001	Enhed	DL	Metode	Um (%)
Prøvemærke:	S1				
Tørstof	84	%	0.05	DS 204 mod.	10
Metaller					
Bly (Pb)	45	mg/kg ts.	3	SM 3120 ICP/OES	30
Cadmium (Cd)	0.27	mg/kg ts.	0.05	SM 3120 ICP/OES	30
Chrom (Cr)	13	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kobber (Cu)	23	mg/kg ts.	2	SM 3120 ICP/OES	30
Nikkel (Ni)	9.6	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Zink (Zn)	76	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)					
Benzen-C10	< 2.5	mg/kg ts.	2.5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C10-C15	< 5	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	30
C15-C20	8.3	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C20-C35	300	mg/kg ts.	25	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	62
Sum (C10-C20)	9.3	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
Sum (Benzen-C35)	310	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
PAH-forbindelser					
Fluoranthen	0.18	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Benzo(b+j+k)fluoranthen	0.24	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Benzo(a)pyren	0.15	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.11	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	12
Dibenzo(a,h)anthracen	0.010	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	20
Sum af 7 PAHer	0.69	mg/kg ts.		Intern metode 0071 GC/MS	

01708001 Prøvekommentar:

Kromatogrammet viser indhold af komponenter med et kogepunktsinterval som motor/smøreolie-tjære/asfalt eller lign.

Tætnforklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

*): Ikke omfattet af akkrediteringen

i.p.: Ikke påvist

i.m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RSD%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Side 1 af 2

RGS 90 A/S
Selinevej 4
2300 København S
Att.: Frank Laursen

Rapportnr.: AR-12-CA-00017060-01
Batchnr.: EUDKVE-00017060
Kundenr.: CA0000042
Modt. dato: 02.07.2012

Analyserapport

Sagsnr.: P4016
Sagsnavn: Svanemøllehallen afv.
Prøvetype: Jord
Prøvetager: Rekvirenten
Prøvedtagning: 02.07.2012
Analyseperiode: 02.07.2012 - 05.07.2012

Lab prøvenr:	01706002	Enhed	DL	Metode	Um (%)
Prøvemærke:	S2				
Tørstof	85	%	0.05	DS 204 mod.	10
Metaller					
Bly (Pb)	28	mg/kg ts.	3	SM 3120 ICP/OES	30
Cadmium (Cd)	0.19	mg/kg ts.	0.05	SM 3120 ICP/OES	30
Chrom (Cr)	7.9	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kobber (Cu)	16	mg/kg ts.	2	SM 3120 ICP/OES	30
Nikkel (Ni)	8.1	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Zink (Zn)	47	mg/kg ts.	1	SM 3120 ICP/OES	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)					
Benzen-C10	< 2.5	mg/kg ts.	2.5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C10-C15	< 5	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	30
C15-C20	< 5	mg/kg ts.	5	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	50
C20-C35	53	mg/kg ts.	25	REFLAB metode 1:2010 GC/FID	62
Sum (C10-C20)	#	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
Sum (Benzen-C35)	53	mg/kg ts.		REFLAB metode 1:2010 GC/FID	
PAH-forbindelser					
Fluoranthen	0.18	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Benzo(b+j+k)fluoranthen	0.26	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Benzo(a)pyren	0.15	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.13	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	12
Dibenzo(a,h)anthracen	0.019	mg/kg ts.	0.005	Intern metode 0071 GC/MS	20
Sum af 7 PAHer	0.72	mg/kg ts.		Intern metode 0071 GC/MS	

01706002 Prøvekommentar:

Kromatogrammet viser indhold af komponenter med et kogepunktsinterval som motor/smøreolie eller lign.

05.07.2012

Kundecenter
Tlf: 70224267
G30@eurofins.dk

Christina H. Tønnersen
Christina Højsholm Tønnersen
Kunderådgiver

Teanforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

*): ikke omfattet af akkrediteringen
i.p.: ikke påvist
i.m.: ikke måletig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RSD%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Side 2 af 2

2. Analyseresultater af vandprøver fra 23. juni 2013



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/WAT: DK-2884 8196

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype: Spildevand
Prøveudtagning: 23.07.2013
Prøvetager: Rekvirenten
Analyseperiode: 06.03.2014 - 19.03.2014

Prøvemærke: Testfelt 1-1, sample IBF/DraenStabil

Lab prøvernr:	16181101	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	8.2	pH				DS 287	
Turbiditet	180	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	4.6	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.12	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	6.0	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	20	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	48	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	48	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

D: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se ellers www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 1 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.07.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	Testfelt 2-1, sample Hydro-flo/DraenStabil					
Lab prøvenr:	16181102	Enhed	Krævværdier	DL	Metode	Um
			Min.	Max.		(%)
pH	8.1	pH			DS 287	
Turbiditet	220	FTU			0.1 * DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	4.6	µg/l			0.5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.10	µg/l			0.05 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	9.1	µg/l			1 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	19	µg/l			5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2 ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	13	µg/l			8 ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10 ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	13	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

°: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 2 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	23.07.2013						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	Testfelt 3-1. sample DraenAsfalt/DraenStabil						
Lab prøvenr:	16181103	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	8.3	pH				DS 287	
Turbiditet	80	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	2.2	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	8.3	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	6.4	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 3 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.07.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	Testfelt 4-1. sample Epoxy/Nedknust beton					
Lab prøvenr:	16181104	Enhed	Krævværdier		DL	Metode
			Min.	Max.		Um (%)
pH	8.4	pH				DS 287
Turbiditet	4.2	FTU			0.1	* DS 290
Metaller						
Bly (Pb)	< 0.5	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kobber (Cu)	14	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Zink (Zn)	< 5	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C10-C25	47	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID
Sum (C6H6-C35)	47	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID
PAH-forbindelser						
Fluoranten	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(b+j+k)fluoranten	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

°: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 4 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.07.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	Testfelt 5-1, sample Epoxy/16-32 Skaerver					
Lab prøvenr:	16181105	Enhed	Krævværdier		DL	Metode
			Min.	Max.		Um (%)
pH	8.3	pH				DS 287
Turbiditet	40	FTU			0.1	* DS 290
Metaller						
Bly (Pb)	1.4	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kobber (Cu)	4.1	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Zink (Zn)	6.1	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C10-C25	26	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID
Sum (C6H6-C35)	26	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Teknisk forklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

°): Ikke omfattet af akkrediteringen

i p.: Ikke påvist

i m.: Ikke målelig

Side 5 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161811-01
Batchnr.: EUDKVE-00161811
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analysereport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	23.07.2013						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	Testfelt 6-1, sample IBF/16-32 Skaerver						
Lab prøvenr:	16181106	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um
			Min.	Max.			(%)
pH	8.2	pH				DS 287	
Turbiditet	1.0	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	0.9	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	4.2	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	57	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	9.1	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	9.1	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven. Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

19.03.2014

Kundecenter
Tel 70224231
G10@eurofins.dk

Karen Marie Fløche Eriksen
Senior Kunderådgiver

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 6 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

3. Analyseresultater af vandprøver fra 23. oktober 2013



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-2884 8196

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.10.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 1-2 sample IBF/DraenStabil					
Lab prøvenr:	16181301	Enhed	Kravværdier Min. Max.	DL.	Metode	Um (%)
pH	8.1	pH			DS 287	
Turbiditet	64	FTU		0.1	* DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	1.8	µg/l		0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.052	µg/l		0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	5.1	µg/l		1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	7.4	µg/l		5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l		2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l		8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l		10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se ellers i www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Side 1 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.10.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 2-2 sample Hydro-flo/DraenStabil					
Lab prøvenr:	16181302	Enhed	Krævværdier Min. Max.		DL. Metode	Um (%)
pH	8.2	pH			DS 287	
Turbiditet	38	FTU			0.1 * DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	1.7	µg/l			0.5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	3.7	µg/l			1 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	9.3	µg/l			5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2 ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8 ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10 ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 2 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.10.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 3-2 sample DraenAsfalt/DraenStabil					
Lab prøvenr:	16181303	Enhed	Krævværdier	DL	Metode	Um
			Min.	Max.		(%)
pH	8.2	pH			DS 287	
Turbiditet	190	FTU			0.1 * DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	5.4	µg/l			0.5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.086	µg/l			0.05 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	11	µg/l			1 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	17	µg/l			5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2 ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	8.4	µg/l			8 ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10 ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	8.4	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Tegnforklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

°: Ikke omfattet af akkrediteringen

i p.: Ikke påvist

i m.: Ikke målelig

Side 3 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	23.10.2013						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 4-2 sample Epoxy/Nedknust Beton						
Lab prøvenr:	16181304	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	11.2	pH				DS 287	
Turbiditet	93	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	3.2	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	27	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	16	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	9.6	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	9.6	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Teknisk forklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

°: Ikke omfattet af akkrediteringen

i p.: Ikke påvist

i m.: Ikke målelig

Side 4 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	23.10.2013					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 5-2 sample Epoxy/16-32 Skaerver					
Lab prøvenr:	16181305	Enhed	Krævværdier		DL	Metode
			Min.	Max.		Um (%)
pH	8.1	pH				DS 287
Turbiditet	240	FTU			0.1	* DS 290
Metaller						
Bly (Pb)	7.6	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Cadmium (Cd)	0.13	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kobber (Cu)	10	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Zink (Zn)	24	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C10-C25	< 8	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 5 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161813-01
Batchnr.: EUDKVE-00161813
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	23.10.2013						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 1-2 sample IBF/16-32 Skaerver						
Lab prøvenr:	16181306	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um
			Min.	Max.			(%)
pH	8.2	pH				DS 287	
Turbiditet	260	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	12	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.18	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	17	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	53	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	11	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	11	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

19.03.2014

Kundecenter
Tel 70224231
G10@eurofins.dk


Karen Marie Fløche Eriksen
Senior Kunderådgiver

Teknisk forklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

°: Ikke omfattet af akkrediteringen

i p.: Ikke påvist

i m.: Ikke målelig

Side 6 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

4. Analyseresultater af vandprøver fra 2. februar 2014



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-2884 8196

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	04.02.2014					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 1-3 Sample IBF/DraenStabil					
Lab prøvenr:	16181401	Enhed	Kravværdier Min. Max.	DL	Metode	Um (%)
pH	7.9	pH			DS 287	
Turbiditet	210	FTU		0.1	* DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	5.1	µg/l		0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.15	µg/l		0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	11	µg/l		1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	77	µg/l		5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l		2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l		8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l		10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.03	µg/l		0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se ellers i www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Side 1 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genlæses, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	04.02.2014						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 2-3 Sample Hydro-flo/DraenStabil						
Lab prøvenr:	16181402	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	8.1	pH				DS 287	
Turbiditet	17	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	< 0.5	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	< 0.05	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	5.1	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	< 5	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 2 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	04.02.2014						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 1-3 Sample DraenAsfalt/DraenStabil						
Lab prøvenr:	16181403	Enhed	Krævværdier Min. Max.		DL	Metode	Um (%)
pH	7.8	pH				DS 287	
Turbiditet	140	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	4.9	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.12	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	8.0	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	19	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Tegnforklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

°: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 3 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	04.02.2014						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 4-3 Sample Epoxy/Nedknust Beton						
Lab prøvenr:	16181404	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	11.9	pH				DS 287	
Turbiditet	53	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	18	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.29	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	79	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	250	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	20	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	20	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.

Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Kromatogrammet viser indhold af uidentificerede komponenter med et kogepunktsinterval mellem 170°C og 320°C.

Teknisk forklaring:

<: mindre end

>: større end

#: ingen parametre er påvist

DL: Detektionsgrænse

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

°): Ikke omfattet af akkrediteringen

i p.: Ikke påvist

i m.: Ikke målelig

Side 4 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand					
Prøveudtagning:	04.02.2014					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014					
Prøvemærke:	TestFelt 5-3 Sample Epoxy/16-32 Skaerver					
Lab prøvenr:	16181405	Enhed	Krævværdier Min. Max.		DL. Metode	Um (%)
pH	7.8	pH			DS 287	
Turbiditet	380	FTU			0.1 * DS 290	20
Metaller						
Bly (Pb)	13	µg/l			0.5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.28	µg/l			0.05 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	22	µg/l			1 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	53	µg/l			5 DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)						
C6H6-C10	< 2	µg/l			2 ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8 ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10 ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l			ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser						
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01 M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse
Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se i øvrigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

D: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Side 5 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Københavns Universitet
Skov & Landskab
Rolighedsvej 23
Rolighedsvej 23
1958 FREDERIKSBERG C
Att.: Jan Luxhøj Støvring

Rapportnr.: AR-14-CA-00161814-01
Batchnr.: EUDKVE-00161814
Kunde nr.: CA0008482
Modt. dato: 06.03.2014

Analyserapport

Prøvetype:	Spildevand						
Prøveudtagning:	04.02.2014						
Prøvetager:	Rekvirenten						
Analyseperiode:	06.03.2014 - 19.03.2014						
Prøvemærke:	TestFelt 6-3 Sample IBF/16-32 Skaerver						
Lab prøvenr:	16181406	Enhed	Krævværdier		DL	Metode	Um (%)
			Min.	Max.			
pH	8.0	pH				DS 287	
Turbiditet	87	FTU			0.1	* DS 290	20
Metaller							
Bly (Pb)	6.1	µg/l			0.5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Cadmium (Cd)	0.13	µg/l			0.05	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kobber (Cu)	11	µg/l			1	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Zink (Zn)	19	µg/l			5	DS/EN ISO 17294m:2005 ICP/MS	30
Kulbrinter (pentan-ekstraherbare)							
C6H6-C10	< 2	µg/l			2	ISO 9377-2 mod. GC/FID	40
C10-C25	< 8	µg/l			8	ISO 9377-2 mod. GC/FID	50
C25-C35	< 10	µg/l			10	ISO 9377-2 mod. GC/FID	70
Sum (C6H6-C35)	#	µg/l				ISO 9377-2 mod. GC/FID	
PAH-forbindelser							
Fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(b+j+k)fluoranthren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Benzo(a)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0.02	µg/l			0.01	M 0250 GC/MS	24

Prøvekommentar:

Prøven var ikke modtaget i den foreskrevne emballage og den modtagne emballage var ikke fyldt helt op. Prøven er omhældt til laboratoriets flasker inden ekstraktion/analyse. Dette kan medføre tab af komponenter i prøven.
Som standardrutine bliver alle prøver til totalkulbrinter på FID og/eller kulbrinter på GC-MS dekanteret inden analyse.

19.03.2014

Kundecenter
Tel 70224231
G10@eurofins.dk


Karen Marie Fløche Eriksen
Senior Kunderådgiver

Teknisk forklaring:

<: mindre end
>: større end
#: ingen parametre er påvist
DL: Detektionsgrænse

?: Ikke omfattet af akkrediteringen
i p.: Ikke påvist
i m.: Ikke målelig

Um (%): Den ekspanderede måleusikkerhed Um er lig 2 x RS D%, se iverigt www.eurofins.dk, søgeord: Måleusikkerhed.

Side 6 af 6

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke genbruges, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

