

Stige Ø

Årsrapport 2022

Odense Renovation A/S

Dato: 28. februar 2023
Udarbejdet af: Pia Skov Rasmussen
Kontrol: Rasmus Olsen
Ver. 1

Indhold

1.	Indledning.....	4
2.	Kontrol med afdækningen.....	5
3.	Princip for beregning af opsamlingsgrad.....	5
3.1.	Særligt om overfladevand	6
3.1.1.	Overfladevand udledt til Odense Fjord.....	6
3.1.2.	Overfladevand omkoblet til perkolatsystemet	7
4.	Perkolatkontrol, vandmængder	7
4.1.	Generelt.....	7
4.1.1.	Nedsivningsanlæg	7
4.1.2.	Indsamling af data	7
4.1.3.	Beregning af dannet mængde perkolat	9
4.2.	Opsamlet perkolat.....	13
4.2.1.	Perkolatmængder fra de enkelte sektioner.....	13
5.	Perkolatkontrol, kvælstofmængder	16
5.1.	Dannede kvælstofmængder i perkolatet.....	16
5.1.1.	Prøvetagning i monitoringsboringer	16
5.1.2.	Analyseresultater.....	16
5.1.3.	Pumpning af perkolat	17
5.1.4.	Beregning af mængden af dannet totalkvælstof	18
5.2.	Opsamlede kvælstofmængder i perkolatet.....	19
5.2.1.	Prøvetagning i perkolatbrøndene.....	19
5.2.2.	Analyseresultater.....	19
5.2.3.	Beregning af mængden af opsamlet totalkvælstof.....	20
6.	Kontrol af perkolatopsamlingsgrad	21
6.1.	Beregning af perkolatopsamlingsgraden.....	21
6.2.	Krav til opsamlingsgrad	21
6.3.	Mulighed for at øge opsamlingsgraden.....	22
7.	Recipientbelastning	23
7.1.	Prøvetagning og analyseresultater	23
7.2.	Beregning af belastning	23
7.2.1.	Belastning med kvælstof.....	23
7.2.2.	Belastning med øvrige stoffer.....	23
7.3.	Overfladevand tilført perkolatopsamlingssystemet	24
7.4.	Bekæmpelse af overfladevandsforurening	24
8.	Gasmonitoring	25
9.	Øvrige forhold	26
9.1.	Bekæmpelse af øvrige gener	26
9.2.	Evt. klager og afhjælpning	26

Figur 1 Flowdiagram, der viser principperne for beregning af opsamlingsprocenten. Fane/farve/linje refererer til placeringen i det bagvedliggende regneark.....	6
Figur 2 Observeret afstrømning (akkumulerede bortpumpede mængder fra opsamlingsbrønde) for 2022	8
Figur 3 Variation af vegetationsdækket	10
Figur 4 Værdier for registreret perkolation	12
Figur 5 Opsamlet perkolat, opdelt pr. sektion	15
Figur 6 Analyseresultater for kvælstofindhold i det dannede perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L	17
Figur 7 Prioritering af pumpedrift for de enkelte depoter	18
Figur 8 Analyseresultater for kvælstofindhold i det opsamlede perkolat.....	20
Figur 9 Dannede og opsamlede kvælstofmængder	21
Figur 10 Akkumulerede perkolatmængder fra lysimeter A, B, C og D, samt nedbørsmængden, over 2018 - 2022	22

Tabel 1 Nøgledata for årene 2003-2022.	5
Tabel 2 Akkumulerede afstrømninger fra perioden 2011-2022	8
Tabel 3 Skaleringsfaktorer for tre typer overflader (se bilag 3)	9
Tabel 4 Nøgledata for udstrømning fra lysimeter A, B, C og D, 2022	11
Tabel 5 Beregnet perkolatdannelse for de enkelte sektioner, fordelt på måneder	11
Tabel 6 Værdier for registreret perkolation.....	12
Tabel 7 Gennemsnitlige månedsflows i perioden 2012-2022 for sektioner, opdelt på måneder	13
Tabel 8 Procentuel fordeling af gennemsnitlige månedsflows i perioden 2012-2022 for sektioner, opdelt på måneder	14
Tabel 9 Registreret opsamlet perkolat i 2022	14
Tabel 10 Beregnet mængde opsamlet perkolat, fordelt på måneder og sektioner.....	15
Tabel 11 Analyseresultater for dannet perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L.	16
Tabel 12 Beskaffenhed af affald omkring borer.....	17
Tabel 13 Beregnet dannet totalkvælstof fordelt efter sektioner.....	18
Tabel 14 Analyseresultater for kvælstofindhold i det opsamlede perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L. (Analyseresultatet SØ2 for juli måned formodes at være behæftet med fejl, men da analysen er tilbage fra juli, er det ikke muligt at genanalysere, men det formodes at det skyldes en faktor-fejl)	19
Tabel 15 Opsamlet kvælstof fordelt efter sektioner	20
Tabel 16 Grænseværdier for overfladevand for Stige Ø (uddrag af Fyns Amts påbud for Stige Ø Losseplads).....	23
Tabel 17 Eksempel på beregning af recipientbelastning (ammoniak+ammonium N). Bemærk at tallene er afrundede, mens der regnes eksakt i det bagvedliggende regneark.....	24
Tabel 18 Samlet "udfaldsrum" for belastning af recipienten med ammoniak+ammonium-N.	24
Tabel 19 Indvundne gasmængder på hhv. modul A og D for 2022.....	25
Tabel 20 Registreret driftstid på hhv. modul A og D for 2022	26

1. Indledning

Odense Renovation A/S har siden 1967 deponeret affald på Stige Ø. Lossepladsen er nedlukket og ifølge Fyns Amts påbud¹ er der beskrevet vilkår for en række forhold, der skal overvåges og kontrolleres regelmæssigt. Denne kontrol og overvågning skal gennemføres med henblik på til enhver tid at have et retvisende billede af Stige Ø's påvirkning af miljøet. I driftsvejledningen for Stige Ø er beskrevet, hvorledes påbuddets kontrolvilkår udføres i praksis.

Hvert år inden udgangen af februar måned skal der fremsendes en rapport for Stige Ø til Miljøstyrelsen, hvor kontrolresultaterne opsummeres. Der skal afrapporteres for det forudgående år fra og med januar måned og et år frem.

I årsrapporten opsummeres følgende forhold:

- Kontrol med afdækning
- Perkolatkontrol – vandmængder, kvælstofmængder
- Kontrol af perkolatopsamlingsgrad
- Recipientbelastning
- Overfladevandkontrol
- Evt. andre relevante forhold fra det pågældende år

Såfremt den opnåede perkolatopsamlingsgrad er lavere end kravet det pågældende år, skal årsrapporten omfatte en begrundelse herfor, samt en beskrivelse af de tiltag som iværksættes for at øge perkolatopsamlingen, således at kravene kan opfyldes fremover.

Årsrapporten skal endvidere redegøre for, om det gennem driftsmæssige tiltag er muligt at øge perkolatopsamlingsgraden ud over kravet hertil.

Årsrapporten har til og med afrapporteringen for 2014 været delvist baseret på en vandbalancerapport, der blev leveret af Aarhus Universitet (AU). Vandbalancerapporten byggede på klimadata, manuelle målinger af vandindhold i TDR-rederne på Stige Ø, TRD-redernes beliggenhed placering, kontinuerte målinger af vandindhold og andre data fra lysimetre, kampagnemålinger af vegetationsindeks i vækstperioden og digitale fotos.

AU har indstillet målingerne i 2015 og kunne ikke længere tilbyde at beregne vandbalancen til brug i årsrapporten for Stige Ø. Odense Renovation A/S lod derfor AU udarbejde et forslag til, hvordan vandbalanceberegningerne kunne håndteres fra 2015 og frem, så der fortsat kan udarbejdes årsrapport for Stige Ø.

Odense Renovation A/S var i efteråret 2015 i dialog med Miljøstyrelsen om forslaget til forenklede vandbalanceberegninger. Miljøstyrelsen har i den forbindelse accepteret de foreslåede ændringer, som er nærmere beskrevet herunder.

Afrapportering for år 2015

For beregning af perkolatopsamlingen for år 2015 henvises til årsrapport for 2015, fremsendt den 17. marts 2016.

¹ Afgørelse efter Miljøbeskyttelsesloven om afdækning, perkolatopsamling og –rensning m.v. samt efter lov om forurennet jord vedrørende tilladelse til ændring af arealanvendelsen til rekreative formål. September 2001

Afrapportering for år 2016 og frem

Odense Renovation A/S har indgået aftale med en ekstern leverandør, Spectrofly ApS, om årlig overflyvning med drone, som foretager en spektralopmåling af vegetationen. Overflyvningen i 2022 fandt sted den 10. juni 2022.

Spectrofly ApS har på baggrund af overflyvningen udarbejdet en rapport, der indeholder resultaterne af overflyvningen og den efterfølgende databehandling. Overflyvningen har resulteret i en række kort og modeller over Stige Ø, og en endelig arealklassifikation, som er anvendt i denne afrapportering. Spectrofly ApS' rapport er dateret den 7. juli 2022 og er vedlagt som bilag 1.

Spectrofly ApS har desuden udarbejdet en arealklassifikation, underopdelt i de 8 sektioner, benævnt SØ1-SØ8. Et kort der viser denne inddeling og den tilhørende arealklassifikation er vedlagt som bilag 2.

Der vil blive gjort yderligere rede for anvendelsen af spektralopmålingen i beregningerne i afsnit 3.

Resume af nøgledata 2003-2022

Nøgledata for 2022 samt foregående år ses af nedenstående tabel:

	2003	...	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nedbør [mm]	452	...	801	698	642	759	689	577	529	836	639	513	537
Dannet perkolat [m ³]	39.823	...	120.283	109.173	74.076	160.625-182.041	146.737-163.997	83.761-94.056	90.603-101.121	162.968-183.949	125.629-141090	133.011-150.220	111.521-125.756
Opsamlet perkolat [m ³]	50.954	...	81.127	63.513	54.066	67.629	61.321	43.494	49.149	53.979	73.927	52.567	54.159
Dannet kvælstof [kg]	14.089	...	24.095	25.348	13.746	30.580	23.819-26.635	16.564-14.750	13.279-14.812	29.139-32.886	15.245-17.102	18.195-20.526	14.940-16.830
Opsamlet kvælstof [kg]	14.757	...	18.750	14.523	15.037	14.900	12.591	11.091	8.425	10.843	14.237	9.094	8.935
Opsamlingsgrad [%]	105	...	78	57	109	49-56	47-53	67-75	57-63	33-37	83-93	44-50	53-60
Krav til opsamlingsgrad [%]	30	...	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58

Tabel 1 Nøgledata for årene 2003-2022.

2. Kontrol med afdækningen

Slutafdækningen af samtlige sektioner blev færdiggjort i 2006. Der har efterfølgende ikke været behov for reparation af slutafdækningen, og der er således hellere ikke modtaget jord til afdækning i 2022.

I forbindelse med omdannelsen til rekreativt område køres der rent jord til Stige Ø til enkeltprojekter. Odense Renovation A/S bliver orienteret herom, men udførelsen ligger under kommunens regi og dermed uden for Odense Renovation A/S' område.

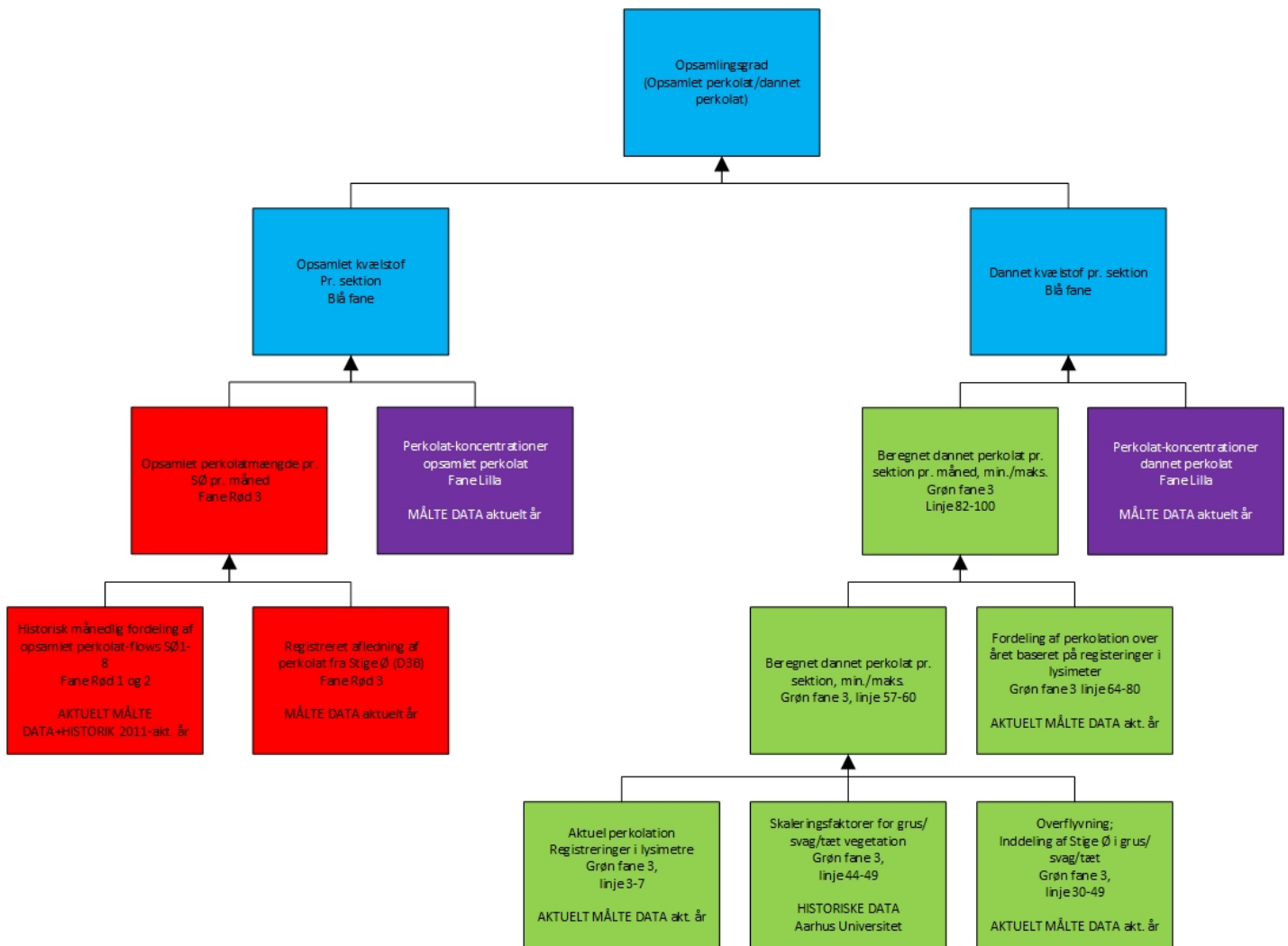
3. Princip for beregning af opsamlingsgrad

Opsamlingsgraden estimeres på baggrund af perkolatanalyser og dannede hhv. opsamlede perkolatmængder. Som indikator anvendes totalkvælstofkoncentrationen i perkolatanalyserne.

Den dannede perkolatmængde beregnet på baggrund af lysimeterdata, skaleringsfaktorer fastlagt af Aarhus Universitet og resultater af overflyvning med drone med spektralfotometer. De dannede perkolatmængder fordeles på måneder i de enkelte sektioner (SØ1-SØ8) ved hjælp af lysimeterdata, der vurderes at repræsentere den egentlige nedsivning under rodzonen (perkolatdannelse).

Den opsamlede perkolatmængde beregnes på baggrund af målte data fra flowmåleren SØ6-PF-01, som kalibreres årligt og betragtes som den officielle værdi for den opsamlede perkolatmængde for Stige Ø. Ved hjælp af statistiske data for flowfordelingen i sektionerne SØ1-SØ8 fordeles den målte mængde på måneder i de enkelte sektioner.

De principielle beregningstrin og brug af data er vist i Figur 1 herunder. Figuren er også vedlagt som bilag 7 i større format.



Figur 1 Flowdiagram, der viser principperne for beregning af opsamlingsprocenten. Fane/farve/linje refererer til placeringen i det bagvedliggende regneark

3.1. Særligt om overfladevand

Overfladevand kan på Stige Ø forekomme i to systemer. I det følgende redegøres for, hvordan overfladevand indgår i beregningerne.

3.1.1. Overfladevand udledt til Odense Fjord

Når overfladevandet overholder grænseværdierne, kan det udledes til Odense Fjord. I den situation skal overfladevandet ikke medtages i beregningerne, idet overfladevandet ikke tilledes perkolatsystemet.

Overfladevandet skal heller ikke indgå i beregningen af dannet perkolat, idet dannet perkolat beregnes ud fra målte/opsamlede perkolatværdier fra lysimetrene. Den perkolat der opsamles under lysimetre vil være udtryk for perkolat og skal dermed ikke korrigeres for overfladeafstrømning.

Overfladevand der tænkes at løbe over overfladen på lysimetrene vil ikke indgå i den mængde der opsamles under lysimeteret.

3.1.2. Overfladevand omkoblet til perkolatsystemet

Overfladevand der omkobles til perkolatsystemet vil indgå i den samlede mængde perkolat der registreres afledt fra Stige Ø på hovedmåleren. Overfladevand omkobles netop fordi det er perkolatbelastet, hvorfor det er rimeligt at medtage det direkte og dermed ikke korrigere. Analyserne i de enkelte sektioner udtages efter sammenblanding af omkoblet overfladevand og perkolat, og overfladeafstrømning indgår dermed indirekte men ikke direkte i beregningerne.

4. Perkolatkontrol, vandmængder

4.1. Generelt

4.1.1. Nedsivningsanlæg

I nedsivningsanlægget, der består af 4 lysimetre, måles den infiltrerede vandmængde. Denne vandmængde repræsenterer et fladt terræn.

Via en estimeret korrektionsfaktor, bestemt af Aarhus Universitet (se bilag 3) og multiplikation med den målte infiltrerede vandmængde fra lysimetrene og arealet af Stige Ø opnås en værdi for mængden af dannet perkolat for hele Stige Ø.

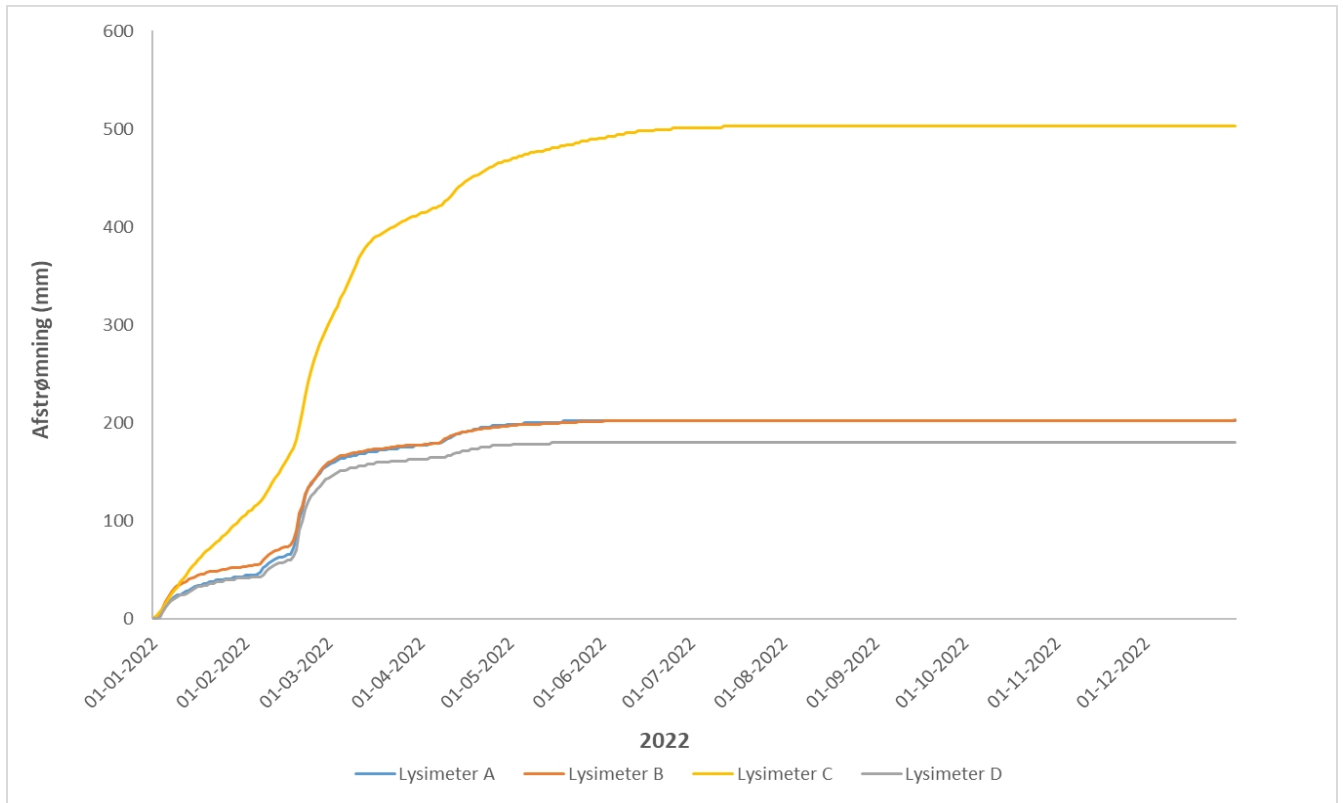
4.1.2. Indsamling af data

Lysimetre

For 2022 var den registrerede bortpumpning per lysimeter 9.898 L (A), 9.957 L (B), 24.638 L (C) og 8.833 L (D), svarende til en udstrømning på ca. 202 mm (A), 203 mm (B), 503 mm (C) og 180 mm (D), hvis vi regner med at hvert lysimeter har et effektivt nedsivningsareal på 49 m² (Figur 2).

I forbindelse med gennemgang af data for de enkelte lysimetre er det konstateret at sensoren for lysimeter B har været ude af funktion i en periode omkring september. Det er svært at sige hvad der er gået galt, men det har resulteret i at der er registreret mellem 100 gange højere værdier end normalt. Alle beregninger omhandlende lysimeter B er de fejlbehæftede data fjernet.

Nedenstående figur viser observeret udstrømning fra lysimeterne i 2022 (akkumulerede bortpumpede mængder fra opsamlingsbrønde).



Figur 2 Observeret afstrømning (akkumulerede bortpumpede mængder fra opsamlingsbrønde) for 2022

Den observerede afstrømning for årene 2011-2022 ses i nedenstående tabel:

År	Akkumuleret afstrømning [mm]			
	Lysimeter A	Lysimeter B	Lysimeter C	Lysimeter D
2022	202,0	203,2	502,8	180,3
2021	271,7	346,5	446,6	250,3
2020	41,2	279,6	326,1	280,7
2019	56,2	394,4	493,3	315,4
2018	53	199,5	648,9	202,7
2017	78,9	197,8	839,8	195,7
2016	142,1	259,4	1242,2	400,4
2015	207,2	357,2	-	417,5
2014	169,4	219,8	-	219,3
2013	230,1	283,8	-	256,2
2012	221,7	315,9	-	297,8
2011	245,9	307,6	-	330,9

Tabel 2 Akkumulerede afstrømninger fra perioden 2011-2022

Den akkumulerede afstrømning for lysimeter A, B og D falder med mellem 26-41 % sammenlignet med sidste år mens lysimeter C stiger med 13 %.

Skaleringen af afstrømningen fra lysimetrene for 2022 baseres på et gennemsnit af den målte afstrømning fra alle 4 lysimetre (A, B, C og D).

4.1.3. Beregning af dannet mængde perkolat

Korrektionsfaktor:

Ved bestemmelse af den dannede perkolatmængde er hidtil anvendt en korrektionsfaktor, der tager højde for vegetation, terrænets hældning og orientering samt jordtyper.

AU har hidtil bestemt en korrektionsfaktor for hver rede, men har i notat om "Anbefaling til forenklede vandbalanceberegninger" (bilag 3) vurderet en skaleringsfaktor, opdelt i tre intervaller, der hver repræsenterer en overfladetype:

Overflade	Skaleringsfaktor F
Grus	1,1-1,2
Svag/klippet	0,9-1,0
Tæt/normal	0,7-0,8

Tabel 3 Skaleringsfaktorer for tre typer overflader (se bilag 3)

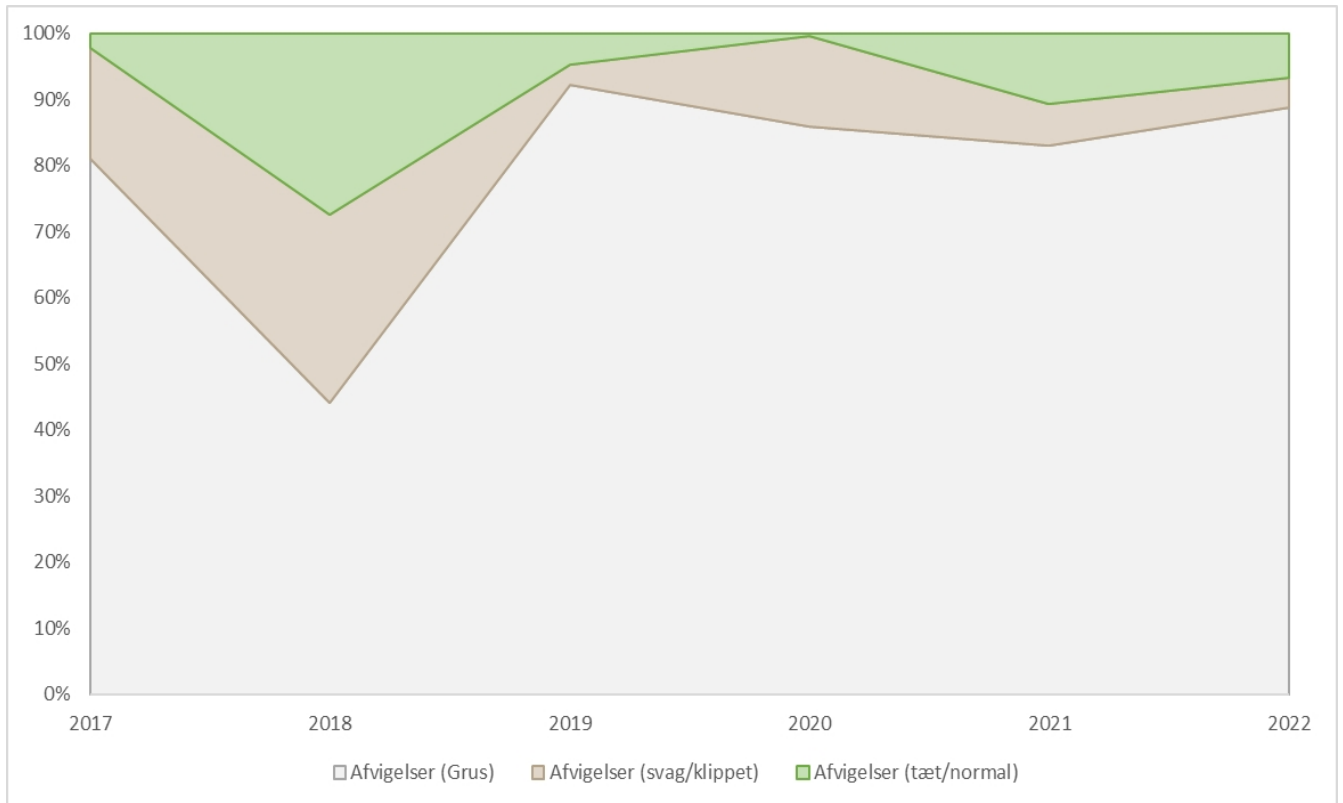
Perkolationen på Stige Ø kan estimeres via formlen:

$$P_{\emptyset} = (A_{Grus}/A_{Total} * F_{Grus} + A_{Svag}/A_{Total} * F_{Svag} + A_{Tæt}/A_{Total} * F_{Tæt}) * (L_{ABCD}/1000) * (A_{Grus} + A_{Svag} + A_{Tæt})$$

Hvor P_{\emptyset} er perkolationen ($m^3/\text{år}$) fra Stige Ø før korrektion for afstrømning nær jordoverfladen; L_{ABCD} er den målte gennemsnitlige afstrømning fra lysimeter A, B, C og D ($mm/\text{år}$); A (m^2) er areal for tre typer af overflader (Grus, Svag/klippet og Tæt/normal) og F er skaleringsfaktor for de tre typer vegetationsdække i forhold til lysimetervegetationen (Tabel 3 herover).

I sommeren 2022 er der foretaget en opmåling af Stige Ø med henblik på inddeling i overfladetyper. Opmålingen er foretaget af firmaet Spectrofly ApS og rapporten er vedlagt som bilag 1. I bilag 2 findes et oversigtskort af Stige Ø, som viser vegetationsdækket for de enkelte områder.

Af nedenstående figur er variationen af de foregående års opmåling af vegetationsdækket vist. Overflyvningerne af Stige Ø begyndte tilbage i 2016, vi vælger derfor at angive 2016 som start indeks. Der er for hver vegetationstype beregnet afvigelse mellem det enkelte år og startåret.



Figur 3 Variation af vegetationsdækket

Det ser ud til at der er størst afvigelse over årene på "grus og gruslignende overflader". For områder med "svag eller klippet" og "tæt eller normal" er udsvingene ikke ret store

Lysimeterafdræningen er som anført herover opgjort til 202 mm for lysimeter A, 203 mm for lysimeter B, 503 mm for lysimeter C, og 180 mm for lysimeter D. Ved anvendelse af ovenstående formel og de skønnede værdier af intervallet, der for 2022-rapporteringen udgør første parentes i ligningen fremkommer nedenstående samlede perkolatmængder.

- Minimum perkolatmængde = 111.521 m³
- Maksimal perkolatmængde = 125.756 m³

Ovenstående perkolatmængder dannes ved brug af formelen herover. Da skaleringsfaktoren F indgår – og er angivet i intervaller – bliver den resulterende beregnede perkolatmængde også et interval.

Tabellen herunder viser den månedlige akkumulerede udstrømning i de 4 lysimetre, der anvendes i modelleringen, gennemsnitlig udstrømning og den procentuelle fordeling af udstrømningen pr. måned.

Måned	Akkumuleret udstrømning (mm pr. måned)				Gennemsnitlig udstrømning (mm pr. måned)	Fordeling af udstrømning (%)
	Lysimeter A	Lysimeter B	Lysimeter C	Lysimeter D		
Januar	43	53	104	41	60	22%
Februar	112	104	190	101	127	47%
Marts	22	20	118	21	45	17%
April	22	19	55	14	27	10%
Maj	3	5	24	3	9	3%
Juni	0	2	10	0	3	1%
Juli	0	0	2	0	0	0%
August	0	0	0	0	0	0%
September	0	0	0	0	0	0%
Oktober	0	0	0	0	0	0%
November	0	0	0	0	0	0%
December	0	1	0	0	0	0%

Tabel 4 Nøgledata for udstrømning fra lysimeter A, B, C og D, 2022

Ved hjælp af data i Tabel 4 beregnes den månedlige udstrømning af perkolat fra de enkelte sektioner. Resultaterne er – som for hele Stige Ø – i et interval på grund af skaleringsfaktorerne nævnt ovenfor. Resultaterne ses i Tabel 5.

Måned	SØ1 [m3]		SØ2 [m3]		SØ3 [m3]		SØ4 [m3]		SØ5 [m3]		SØ6 [m3]		SØ7 [m3]		SØ8 [m3]	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Januar	2.408	2.727	3.277	3.693	2.146	2.421	3.830	4.307	2.761	3.112	2.283	2.583	6.153	6.920	1.910	2.169
Februar	5.051	5.720	6.874	7.746	4.502	5.078	8.034	9.035	5.792	6.529	4.790	5.418	12.908	14.516	4.008	4.550
Marts	1.801	2.040	2.451	2.763	1.606	1.811	2.865	3.222	2.066	2.328	1.708	1.932	4.603	5.177	1.429	1.623
April	1.084	1.228	1.475	1.663	966	1.090	1.724	1.939	1.243	1.401	1.028	1.163	2.770	3.116	860	977
Maj	350	396	476	537	312	352	557	626	401	453	332	376	895	1.006	278	315
Juni	117	133	160	180	105	118	187	210	135	152	111	126	300	337	93	106
Juli	17	19	23	26	15	17	27	30	19	22	16	18	43	49	13	15
August	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
December	7	8	10	11	6	7	11	13	8	9	7	8	18	20	6	6
Total	10.837	12.270	14.746	16.618	9.658	10.894	17.236	19.382	12.425	14.006	10.276	11.623	27.691	31.141	8.597	9.762

Tabel 5 Beregnet perkolatdannelse for de enkelte sektioner, fordelt på måneder

Perkolation fra lysimetre:

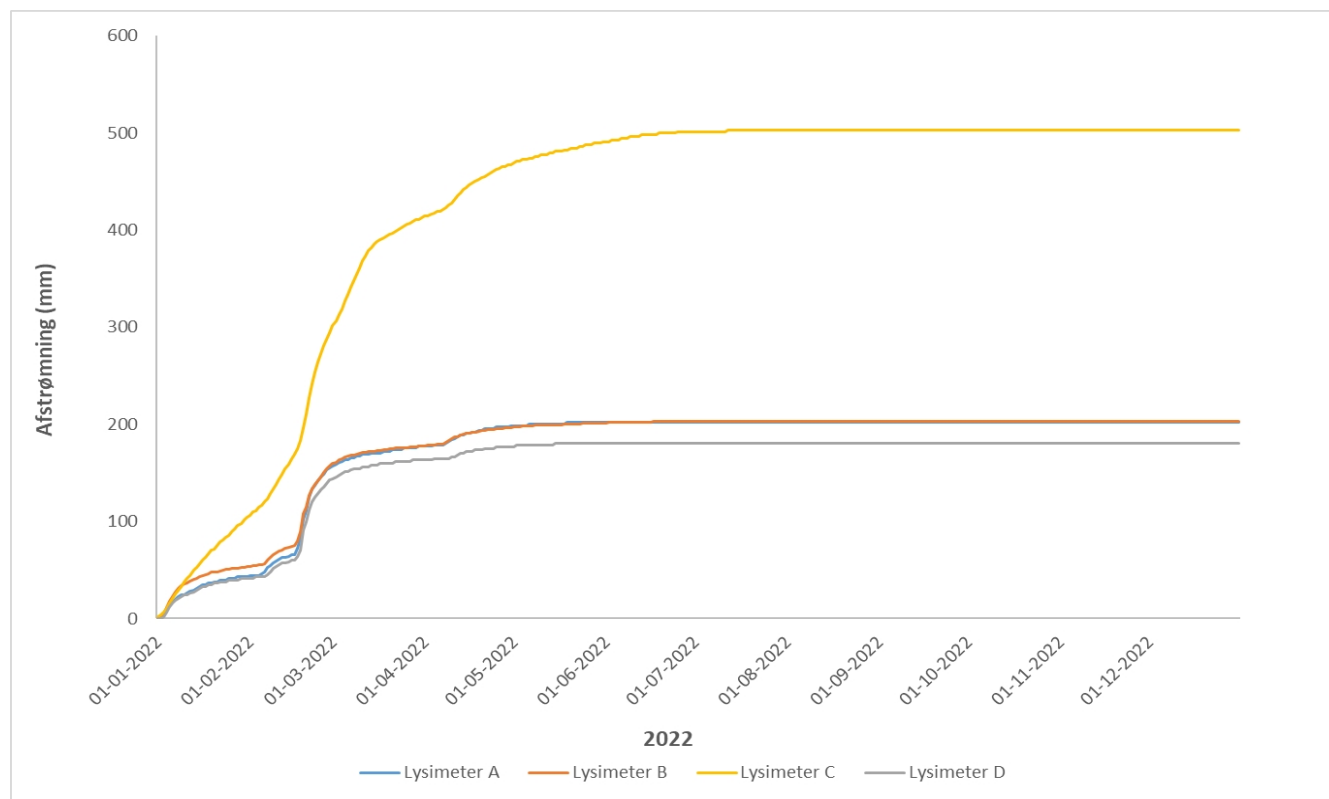
For 2022 er gennemsnittet af alle 4 lysimetre (A, B, C og D) altså anvendt som referenceperkolation.

Af nedenstående tabel ses den observerede månedlige perkolation for de fire lysimetre i 2022

	Perkolation for lysimeter A [mm]	Perkolation for lysimeter B [mm]	Perkolation for lysimeter C [mm]	Perkolation for lysimeter D [mm]
Januar	43	53	104	41
Februar	112	104	190	101
Marts	22	20	118	21
April	22	19	55	14
Maj	3	5	24	3
Juni	0	2	10	0
Juli	0	0	2	0
August	0	0	0	0
September	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0
November	0	0	0	0
December	0	1	0	0

Tabel 6 Værdier for registreret perkolation

Figuren her er en grafisk fremstilling af værdierne for registreret perkolation.



Figur 4 Værdier for registreret perkolation

4.2. Opsamlet perkolat

Den opsamlede perkolat bestemmes ud fra Stige Øs hovedmåler SØ6-PF-01, som er et valideret udtryk for den reelt bortpumpede perkolatmængde fra området. Perkolatopsamlingen i sektionerne SØ1-SØ6 bliver individuelt målt ved hjælp af v-overfald. Da v-overfald generelt er en ikke-robust målemetode som overbestemmer den reelle bortpumpede mængde, anvendes målingerne af perkolaten opsamlet i de enkelte sektioner ikke til at bestemme den samlede oppumpede perkolat. Derimod anvendes målingerne i v-overfaldene som statistisk grundlag til at fordele målingerne på SØ6-PF-01 ud på de enkelte sektioner. I den forbindelse anvendes flowfordelinger fra v-overfald fra de seneste 11 år. På den måde sikres, at den opsamlede perkolatmængde ikke overbestemmes.

4.2.1. Perkolatmængder fra de enkelte sektioner

Til estimering af de opsamlede perkolatmængder anvendes gennemsnitlige månedsflows i årene 2012-2022. Resultatet af denne opgørelse ses Tabel 7.

	SØ1 [m³]	SØ2 [m³]	SØ3 [m³]	SØ4 [m³]	SØ5 [m³]	SØ6 [m³]	SØ7 [m³]	SØ8 [m³]	Total [m³]
Januar	1501	799	502	972	1504	1420	868	648	8.214
Februar	1158	547	424	720	1481	1189	715	482	6.715
Marts	1499	689	441	745	1454	749	965	540	7.082
April	1258	594	307	734	1448	669	593	195	5.798
Maj	854	519	171	578	1308	484	482	129	4.525
Juni	653	332	145	473	1117	267	434	140	3.561
Juli	475	310	197	582	973	262	410	103	3.313
August	333	263	196	572	819	302	328	105	2.919
September	285	256	203	615	832	353	258	58	2.860
Oktober	377	354	299	914	1019	425	256	158	3.804
November	383	384	290	908	1019	490	311	335	4.120
December	916	525	344	879	1376	958	599	407	6.003

Tabel 7 Gennemsnitlige månedsflows i perioden 2012-2022 for sektioner, opdelt på måneder

Til beregning af de opsamlede perkolatmængder omregnes data i Tabel 7 til procentfordeling, se Tabel 8.

	SØ1 (%)	SØ2 (%)	SØ3 (%)	SØ4 (%)	SØ5 (%)	SØ6 (%)	SØ7 (%)	SØ8 (%)
Januar	18%	10%	6%	12%	18%	17%	11%	8%
Februar	17%	8%	6%	11%	22%	18%	11%	7%
Marts	21%	10%	6%	11%	21%	11%	14%	8%
April	22%	10%	5%	13%	25%	12%	10%	3%
Maj	19%	11%	4%	13%	29%	11%	11%	3%
Juni	18%	9%	4%	13%	31%	7%	12%	4%
Juli	14%	9%	6%	18%	29%	8%	12%	3%
August	11%	9%	7%	20%	28%	10%	11%	4%
September	10%	9%	7%	22%	29%	12%	9%	2%
Oktober	10%	9%	8%	24%	27%	11%	7%	4%
November	9%	9%	7%	22%	25%	12%	8%	8%
December	15%	9%	6%	15%	23%	16%	10%	7%

Tabel 8 Procentuel fordeling af gennemsnitlige månedsflows i perioden 2012-2022 for sektioner, opdelt på måneder

Den samlede registrerede opsamlede perkolatmængde fremgår af Tabel 9.

	SØ6-PF-01 (m ³)
Januar	6.836
Februar	7.339
Marts	7.675
April	5.268
Maj	4.329
Juni	4.388
Juli	3.673
August	3.285
September	3.244
Oktober	2.982
November	2.599
December	2.540
Total	54.159

Tabel 9 Registreret opsamlet perkolat i 2022

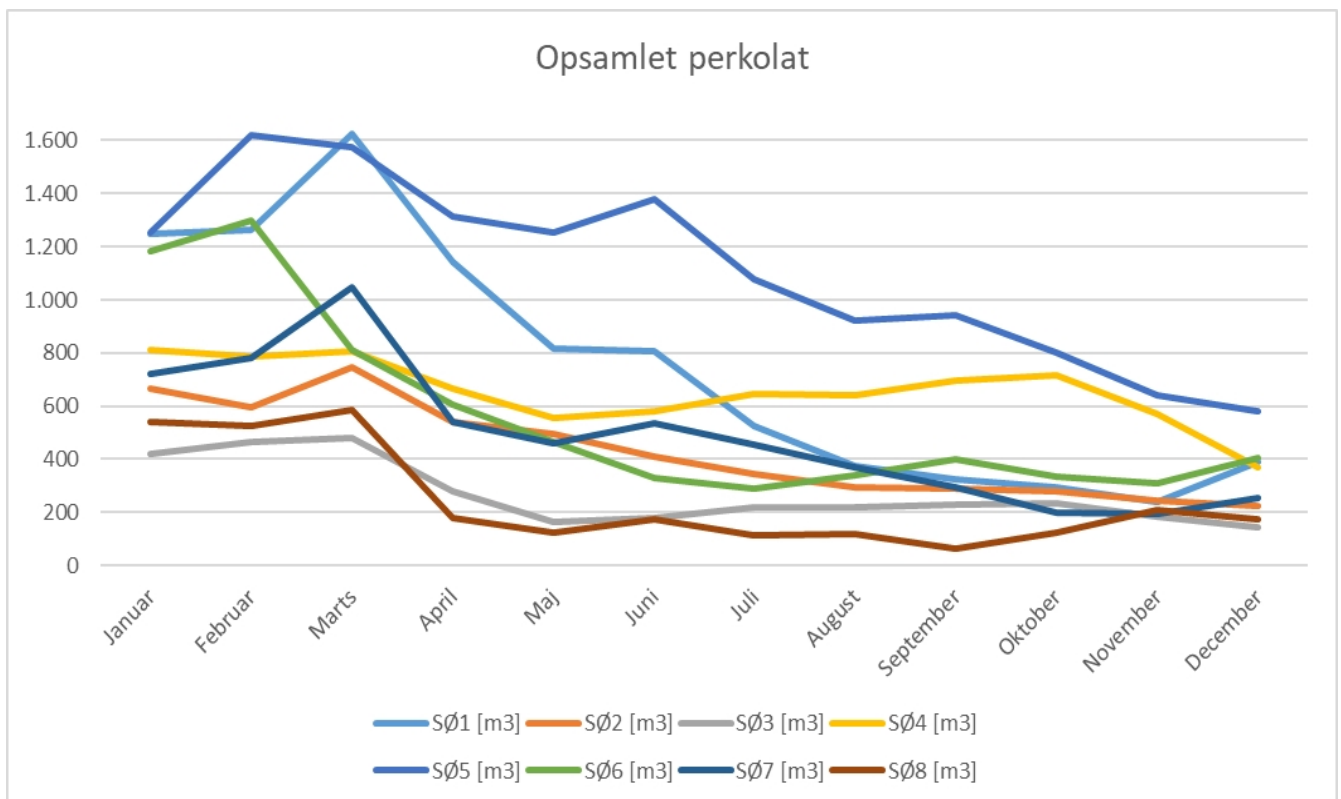
Ud fra Tabel 8 og Tabel 9 dannes en opgørelse med fordeling af den totale mængde opsamlede perkolat på måneder og sektionerne SØ1-SØ8. Resultatet heraf ses i Tabel 10.

	SØ1 [m³]	SØ2 [m³]	SØ3 [m³]	SØ4 [m³]	SØ5 [m³]	SØ6 [m³]	SØ7 [m³]	SØ8 [m³]
Januar	1.249	665	418	809	1.252	1.181	722	540
Februar	1.265	597	463	787	1.618	1.300	781	527
Marts	1.624	747	478	807	1.576	811	1.046	585
April	1.143	540	279	667	1.315	608	539	177
Maj	817	496	164	553	1.251	463	461	123
Juni	805	409	179	583	1.376	329	534	173
Juli	527	343	219	645	1.079	290	455	115
August	375	296	221	643	922	340	370	119
September	323	291	230	698	943	400	293	66
Oktober	296	278	235	717	799	333	201	124
November	242	242	183	573	643	309	196	211
December	388	222	145	372	582	405	253	172

Tabel 10 Beregnet mængde opsamlet perkolat, fordelt på måneder og sektioner

I 2022 er alt overfladevand fra sektion 7, 5, 4 og 2 ledt til perkolatopsamlingsystemet. Disse vandmængder er indeholdt i ovenstående data jf. afsnit 3.1.

Den opsamlede mængde perkolat ses afbilledet som graf på nedenstående figur.



Figur 5 Opsamlet perkolat, opdelt pr. sektion

5. Perkolatkontrol, kvælstofmængder

5.1. Dannede kvælstofmængder i perkolatet

Mængden af kvælstof dannet i de enkelte sektioner beregnes ud fra kvælstofkoncentrationer i monitoringsboringerne.

5.1.1. Prøvetagning i monitoringsboringer

Der udtages prøver fra 9 monitoringsboringer (M11, M2, FG31, M41, M51, M61, M62, M71 og M81). Boringernes placering og indretning fremgår af rapporten "Odense Renovationsselskab A/S. Stige Ø Losseplads. Dokumentation for udførelse af prøvetagningsfiltre for perkolat.", dateret marts 2004, udarbejdet af Rambøll. Rapporten findes i tillægsbindet til årsrapporten 2003.

Prøverne er udtaget af Højvang Laboratorier i henhold til procedure beskrevet i Driftsinstrukser for Monitoringsprogrammer, Bind 8. Analyseprogrammet kan ligeledes ses i driftsinstruksen.

5.1.2. Analyseresultater

Nedenstående tabel viser indholdet af totalkvælstof for de enkelte sektioner (For SØ6 er indholdet udregnet som gennemsnit ud fra de to boringer i sektionen).

	SØ1 [mg/L]	SØ2 [mg/L]	SØ3 [mg/L]	SØ4 [mg/L]	SØ5 [mg/L]	SØ6 [mg/L]	SØ7 [mg/L]	SØ8 [mg/L]
	M11	M2	FG31	M41	M51	M61, M62	M71	M81
Januar	32	110	130	330	72	87	100	11,0
Februar	45	130	64	220	78	170	110	83,0
Marts	46	110	49	340	110	215	190	52
April	52	160	57	490	100	16	190	220
Maj	40	190	51	340	110	14	140	57
Juni	77	150	49	410	110	23	190	11
Juli	160	220	69	320	120	84	200	290
August	190	210	81	500	120	125	180	190
September	150	240	84	410	110	166	39	150
Oktober	180	200	81	450	100	147	60	200
November	180	180	86	410	88	35	200	180
December	0	170	81	400	100	62	200	90

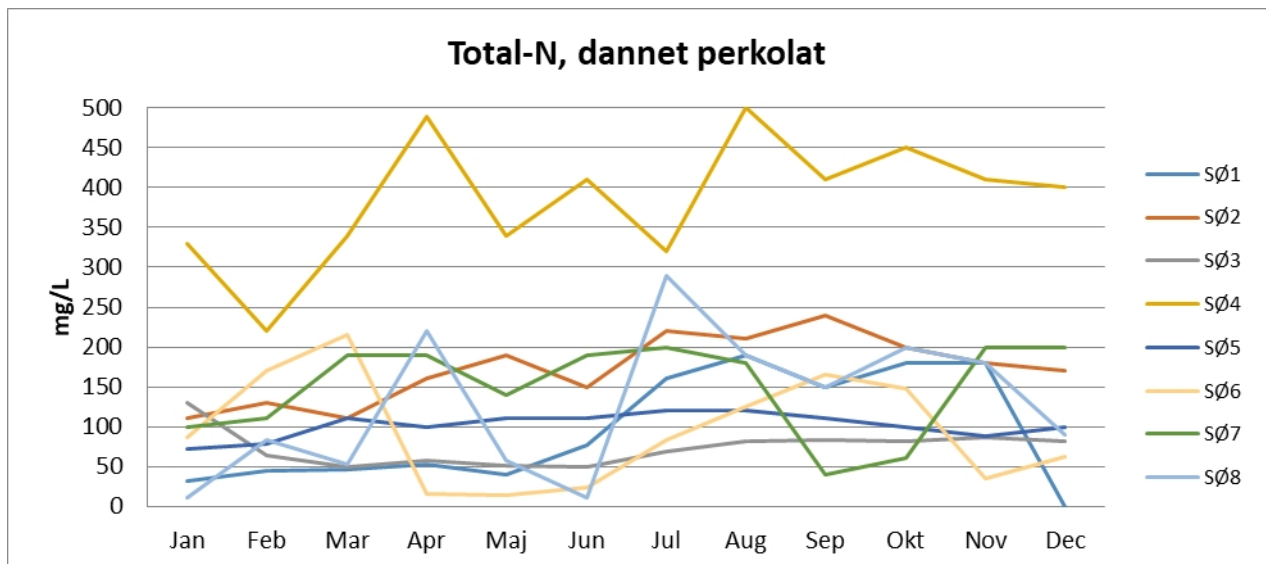
Tabel 11 Analyseresultater for dannet perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L.

Boringerne er placeret i affald af forskellig alder og type, hvorfor der ses en forholdsvis stor spredning i analyseresultaterne. Tabel 12 viser alder og beskaffenhed af affaldet omkring boringerne.

Boring	Affaldsalder	Affaldstype
M11	1972-1977	Træ, plast, tekstil, formalet husholdningsaffald
M2	1972-1977	Beton, jord, tegl
FG31	1978	Betonbrokker øverst i filteret, sandlag nederst i filteret
M41	1979-1983	Plast, tegl, grene, metal, gummi, enkelte store betonbrokker
M51	1981-1983	Råjord
M61	1972-1977	Træ, grene, plast, reb
M62	1980-1983	Plast, træ, grene, metal, papir
M71	1972-1977	Husholdningsaffald, bygningsaffald, træ, plast, papir, glas, metal, grene, lidt vand i affald
M81	1970-1972	Træ, bygningsaffald, gummi, metal, store betonbrokker nederst i filteret

Tabel 12 Beskaffenhed af affald omkring boringer

Af Figur 6 fremgår en grafisk afbildning af analyseresultaterne for indholdet af kvælstof i det dannede perkolat.



Figur 6 Analyseresultater for kvælstofindhold i det dannede perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L

5.1.3. Pumpning af perkolat

Når der pumpes perkolat fra Stige Ø prioriteres de sektioner højst, der har det højeste indhold af kvælstof i perkolatet. Dette gøres for at opnå den størst mulige miljøgevinst ved bortpumpningen. Efter første halvår 2022 blev prioritering på pumpedriften evalueret og ændret.

Af Figur 7 fremgår det hvad rækkefølgen af pumpestrategien blev ændret til efter 1. halvår 2022 og hvad den ændres til efter 2. halvår 2022 jf. Tabel 11.

Prioritet	Depot – 1. halvår 2022	Depot – ændring efter 2. halvår 2022
1	SØ7	SØ2
2	SØ2	SØ7
3	SØ8	SØ8
4	SØ1	SØ1
1	SØ4	SØ4
2	SØ5	SØ5
3	SØ6	SØ6
4	SØ3	SØ3

Figur 7 Prioritering af pumpedrift for de enkelte depoter

5.1.4. Beregning af mængden af dannet totalkvælstof

Mængden af dannet totalkvælstof beregnes på baggrund af de dannede perkolatmængder (Tabel 5) og de målte total-kvælstofkoncentrationer (Tabel 11). Resultatet fremgår af nedenstående Tabel 13.

Beregningen er baseret på intervallet for dannede perkolatmængder, hvorved kvælstofmængderne i det dannede perkolat også bliver i intervaller.

	SØ1 [kg]		SØ2 [kg]		SØ3 [kg]		SØ4 [kg]		SØ5 [kg]		SØ6 [kg]		SØ7 [kg]		SØ8 [kg]		Samlet [kg]	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Januar	77	87	360	406	279	315	1.264	1.421	199	224	199	225	615	692	21	24	3.014	3.394
Februar	227	257	894	1.007	288	325	1.768	1.988	452	509	812	918	1.420	1.597	333	378	6.193	6.979
Marts	83	94	270	304	79	89	974	1.095	227	256	367	415	875	984	74	84	2.949	3.321
April	56	64	236	266	55	62	845	950	124	140	16	18	526	592	189	215	2.048	2.307
Maj	14	16	91	102	16	18	189	213	44	50	5	5	125	141	16	18	500	563
Juni	9	10	24	27	5	6	77	86	15	17	3	3	57	64	1	1	190	214
Juli	3	3	5	6	1	1	9	10	2	3	1	2	9	10	4	4	34	38
August	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
December	0	0	2	2	1	1	4	5	1	1	0	0	4	4	1	1	12	13
Total	469	531	1.881	2.120	723	816	5.130	5.768	1.064	1.200	1.403	1.587	3.631	4.083	638	725	14.940	16.830

Tabel 13 Beregnet dannet totalkvælstof fordelt efter sektioner

5.2. Opsamlede kvælstofmængder i perkolatet

Mængden af kvælstof opsamlet i de enkelte sektioner beregnes ud fra kvælstofkoncentrationen i perkolatbrøndene.

5.2.1. Prøvetagning i perkolatbrøndene

Alle analyser er udtaget af Højvang Laboratorier i henhold til proceduren beskrevet i Driftsinstrukser for Monitoringsprogrammer, Bind 8. I denne findes ligeledes analyseprogrammet, samt brøndenes placering og indretning. Der er udtaget prøver fra alle 8 sektioner samt fra det samlede afløb fra Stige Ø (D3B).

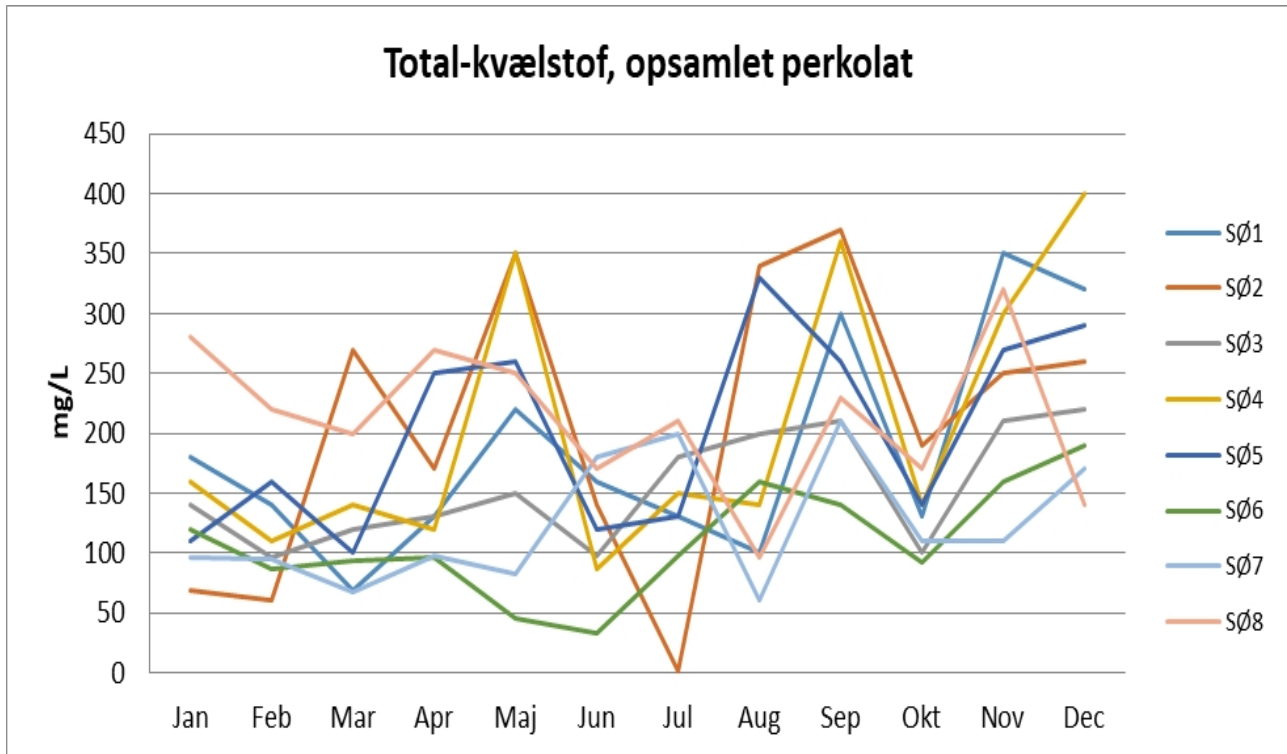
5.2.2. Analyseresultater

De enkelte sektioners indhold af totalkvælstof ses i nedenstående tabel. Kvælstofindholdet er ligeledes afbilledet som graf i Figur 8.

	SØ1 [mg/L]	SØ2 [mg/L]	SØ3 [mg/L]	SØ4 [mg/L]	SØ5 [mg/L]	SØ6 [mg/L]	SØ7 [mg/L]	SØ8 [mg/L]	D3B [mg/L]
Januar	180	69	140	160	110	120	96	280	130
Februar	140	61	96	110	160	87	95	220	89
Marts	69	270	120	140	100	93	67	200	150
April	130	170	130	120	250	96	97	270	210
Maj	220	350	150	350	260	46	82	250	200
Juni	160	140	97	87	120	33	180	170	160
Juli	130	0,92	180	150	130	98	200	210	280
August	100	340	200	140	330	160	60	96	250
September	300	370	210	360	260	140	210	230	90
Oktober	130	190	100	140	140	92	110	170	240
November	350	250	210	300	270	160	110	320	250
December	320	260	220	400	290	190	170	140	210

Tabel 14 Analyseresultater for kvælstofindhold i det opsamlede perkolat. Alle værdier er totalkvælstof i mg/L. (Analyseresultatet SØ2 for juli måned formodes at være behæftet med fejl, men da analysen er tilbage fra juli, er det ikke muligt at genanalysere, men det formodes at det skyldes en faktor-fejl)

Figuren herunder er en grafisk afbildning af total-kvælstofindholdet i opsamlet perkolat.



Figur 8 Analyseresultater for kvælstofindhold i det opsamlede perkolat

Der ses generelt udsving på koncentrationen af kvælstof mellem sektionerne. Disse udsving er forventelige, da kvælstof er en organisk parameter, der afhænger meget af arterne af affald, der er deponeret på de enkelte sektioner samt af de kemiske forhold der skabes som følge af disse affaldsarter.

5.2.3. Beregning af mængden af opsamlet totalkvælstof

Beregningen af mængden af opsamlet totalkvælstof er baseret på de opsamlede perkolatmængder (Tabel 10) og de målte total-kvælstofkoncentrationer i perkolatbrøndene (Tabel 14).

Resultatet fremgår af nedenstående tabel.

	SØ1	SØ2	SØ3	SØ4	SØ5	SØ6	SØ7	SØ8	Samlet
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
Januar	225	46	58	129	138	142	69	151	959
Februar	177	36	44	87	259	113	74	116	907
Marts	112	202	57	113	158	75	70	117	904
April	149	92	36	80	329	58	52	48	844
Maj	180	174	25	194	325	21	38	31	987
Juni	129	57	17	51	165	11	96	29	556
Juli	68	0	39	97	140	28	91	24	489
August	37	101	44	90	304	54	22	11	665
September	97	108	48	251	245	56	62	15	882
Oktober	38	53	23	100	112	31	22	21	401
November	85	61	38	172	174	49	22	68	667
December	124	58	32	149	169	77	43	24	676
Total	1.421	986	464	1.512	2.517	717	661	656	8.935

Tabel 15 Opsamlet kvælstof fordelt efter sektioner

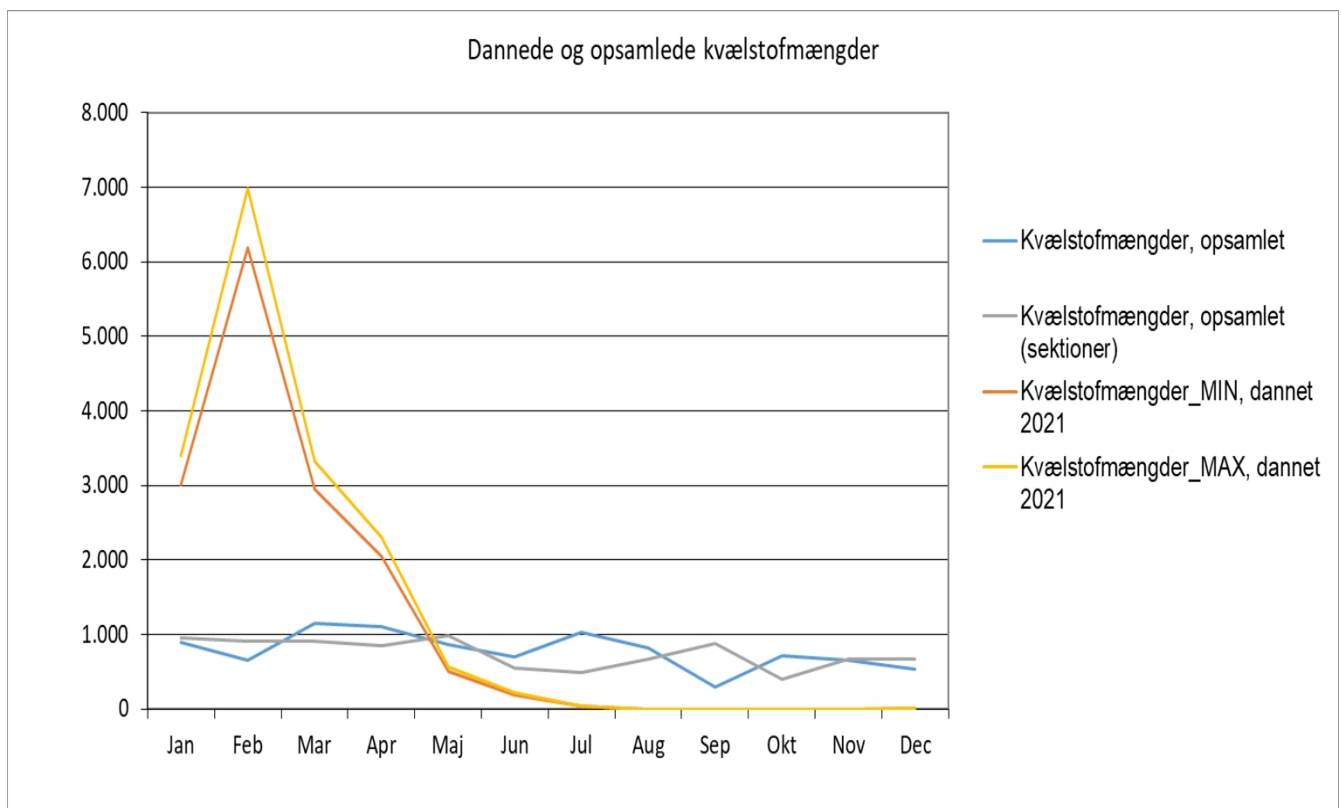
Det ses af Tabel 15, at der i 2022 er opsamlet 8.935 kg kvælstof. Mængden ligger på niveau med sidste år (se Tabel 1).

Kvælstofmængderne sammenlagt for de enkelte sektioner på 8.935 kg svarer til en afvigelse på 5 % i forhold til mængden opgjort fra det samlede afløb fra Stige Ø - D3B som samlet lå på 9.408 kg. Usikkerheden vurderes primært at skyldes måleusikkerhed på flowmålingerne, sekundært analyseusikkerhed på de kemiske analyser. Desuden vil den specifikke perkolatsammensætning variere på prøvetagningstidspunktet.

6. Kontrol af perkolatopsamlingsgrad

6.1. Beregning af perkolatopsamlingsgraden

Beregningen af opsamlingsgraden tager udgangspunkt i de beregnede mængder af opsamlet og dannet kvælstof. Dannede og opsamlede kvælstofmængder er afbildet på nedenstående figur.



Figur 9 Dannede og opsamlede kvælstofmængder

Perkolatopsamlingsgraden beregnes ud fra data for de enkelte sektioner i Tabel 13 og Tabel 15.

Resultaterne af beregningen af opsamlingsgraden er:

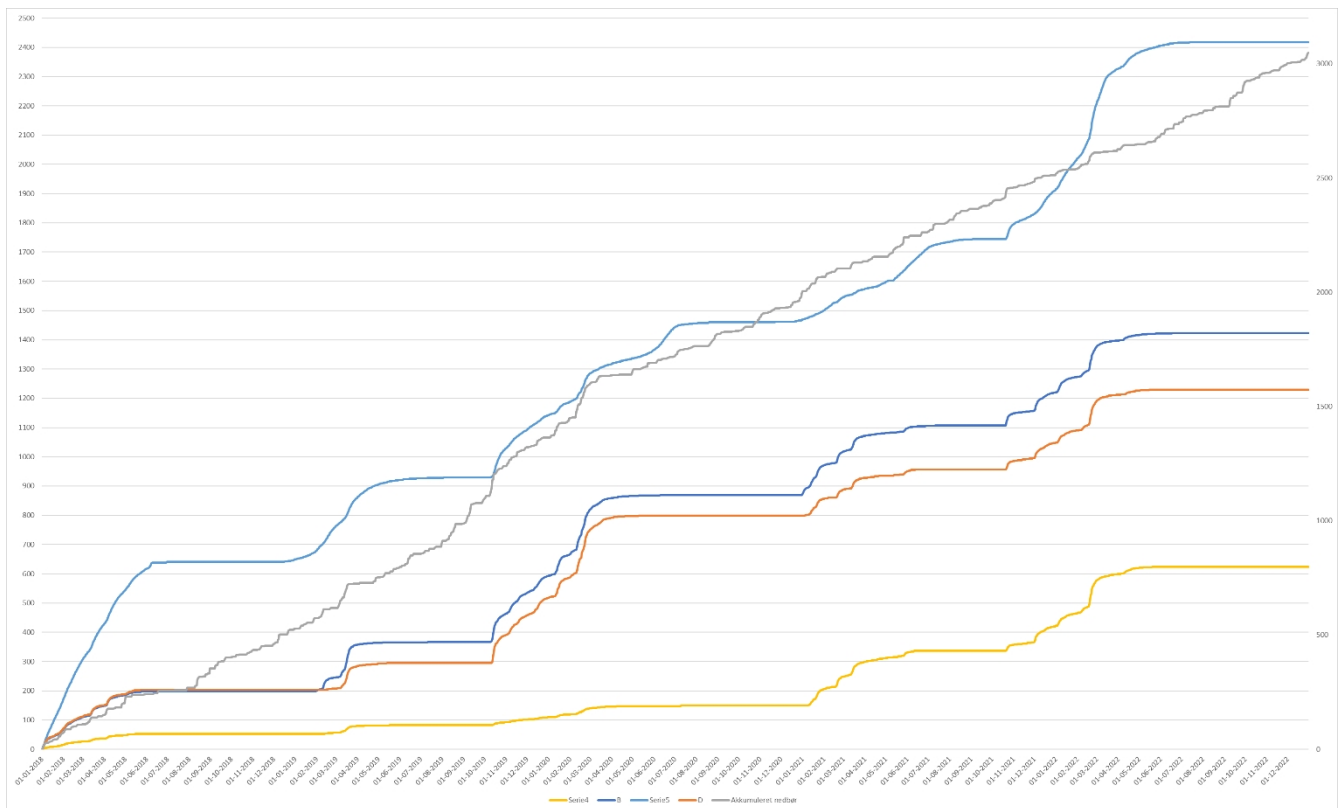
- 53 - 60 %

6.2. Krav til opsamlingsgrad

I henhold til Fyns Amts afgørelse skal perkolatopsamlingsystemet opsamle mindst 58 % af den samlede kvælstofmængde i perkolatet. Den aktuelle opsamlingsprocent for 2022 (21. driftsår) ses af ovenstående at være opgjort til 53-60 %. Kravet er dermed opfyldt.

Året 2022 var et år der nedbørsmæssigt mindede meget om 2021 men med væsentlig flere solskinstimer i 2022 (ca 1932 timer) sammenlignet med 2021 (ca. 1670 timer) jf. dmi.dk, hvilket også ses af tørkeindekset

på dmi.dk som viser at tørkeindekset for april ligger på 6 på en skala fra 0-10, og for de næste 4 måneder ligger tørkeindekset gennemsnitlig på 9,3.



Figur 10 Akkumulerede perkolatmængder fra lysimeter A, B, C og D, samt nedbørsmængden, over 2018 - 2022

Af Figur 10 ses det at kurven for lysimeterne stiger over de første par måneder af 2022, her har jorden haft mulighed for at opretholde sin feltkapacitet og afgive overskydende vand. Men allerede i maj begynder kurven at stagnere, og jorden optager den nedbør der kommer. Stagnationen fortsætter året ud.

Kurven for den akkumulerede nedbør viser kun få steder hvor kurven stagnerer, hvor der har været korte perioder uden nedbør i 2022.

Prioriteringen af pumpestrategien spiller også ind på opsamlingsgraden, da pumpestrategien er med til at opsamlingen af kvælstof i den dannede perkolat øges. Som beskrevet i afsnit 5.1.3 blev prioritering evalueret efter 1. halvår af 2022, det kan have været med til at vi har udnyttet muligheden for at opsamle mest muligt kvælstof fra de forskellige områder på Stige Ø.

6.3. Mulighed for at øge opsamlingsgraden

Odense Renovation vil fortsat have fokus på vedligehold af lysimetrene, så der sikres et robust grundlag for fremtidige opgørelser.

I 2023 skal niveaumåleren/sensoren til lysimeter B efterses for, som omtalt i afsnit 4.1.2, at undersøge hvad de fejlbehæftede data skyldes

Derudover er prioriteringen for pumpestrategien ændret jf. Figur 7. Der vil blive kigget på prioritering igen om ca. et halvt år, for at se om strategien skal ændres.

7. Recipientbelastning

I det følgende er belastningen af recipienten beregnet ud fra dannet perkolatmængde, perkolatsammensætning og perkolatopsamlingsgrad. Belastningen er opgjort for samtlige stoffer analyseret i det påbudte monitoringsprogram.

7.1. Prøvetagning og analyseresultater

For beskrivelse af prøvetagning og analyseprogram henvises til Driftsinstrukser for Monitoringsprogrammer, Bind 8. Analyserapporter forefindes og kan ses på Odense Nord Miljøcenter.

Der er i 2022 udtaget prøver af overfladevandet fra alle sektioner, men der er perioder, hvor der ikke har været udtaget prøver til analyse pga. manglende vand i brøndene. Analyseresultater kan ses i bilag 4.

Nedenstående tabel viser grænseværdierne for overfladevand:

Parameter	Grænseværdi
COD	75 mg/l
B15	15 mg/l
Totalkvælstof	8 mg/l
Ammoniak/ammonium-N	4 mg/l
Total fosfor	1,5 mg/l

Tabel 16 Grænseværdier for overfladevand for Stige Ø (uddrag af Fyns Amts påbud for Stige Ø Losseplads)

Gennemsnitsværdier for koncentrationen i det dannede perkolat er vedlagt som bilag 5.

7.2. Beregning af belastning

7.2.1. Belastning med kvælstof

Som redegjort for i afsnit 6 opgøres opsamlingsgraden på baggrund af data for nøgleparameteren totalkvælstof. Beregningen sker på baggrund af sektionsvise månedlige data for hhv. koncentration og flow og der kan derved beregnes en udledning af totalkvælstof til recipient på minimum 6.004 kg, maksimum 7.895 kg. I bilag 6 er middelværdien (6.950 kg) indsat. Der er således tale om en mere detaljeret opgørelse af belastning med nøgleparameteren totalkvælstof end for øvrige stoffer i bilag 6, jf. nedenstående.

7.2.2. Belastning med øvrige stoffer

Beregningen af belastning med øvrige stoffer er foretaget ud fra den beregnede perkolatopsamlingsgrad. Det bemærkes hertil, at måleprogrammet for en stor del af stofferne indebærer få årlige målinger, hvorfor det ikke er muligt at lave samme detaljerede beregning af belastningen som for kvælstof jf. ovenstående. Belastningen er opgjort som den mængde stof, der ikke opsamles. Da opsamlingsgraden er beregnet til at være mellem 53 og 60 % jf. afsnit 6.1 er det valgt at beregne belastningen ud fra middelværdien.

Eksempel: Jf. afsnit 4.1.3 bliver den beregnede mængde dannede perkolat et interval for hver sektion. Den dannede stofmængde for hver sektion bliver dermed også et interval (analyseresultater fra boringer ganget med den beregnede perkolatmængde).

Idet opsamlingsgraden også er et interval, for 2022 bestemt til 53-60 %, er det valgt at beregne det samlede "udfaldsrum". Et eksempel for beregning af recipientbelastningen med ammoniak+ammonium-N fra SØ1 er vist i Tabel 17 herunder. Den gennemsnitlige koncentration af ammoniak+ammonium-N i boring M11, der repræsenterer SØ1, var 117 mg/l i 2022.

SØ1		
	Minimum	Maksimal
Dannet mængde perkolat (l)	10.836.524	12.270.329
Dannet mængde ammoniak+ammonium-N (kg)	1.271	1.440
Mulighed	Minimum udledning til recipient (kg)	Maksimum udledning til recipient (kg)
Der opsamles 53-60 % af 1.271 kg	596	511
Der opsamles 53-60 % af 1.440 kg	675	579

Tabel 17 Eksempel på beregning af recipientbelastning (ammoniak+ammonium N). Bemærk at tallene er afrundede, mens der regnes eksakt i det bagvedliggende regneark.

På samme måde beregnes minimums- og maksimumbelastningen for de øvrige sektioner SØ2-SØ8. Den totale recipientbelastning med ammoniak+ammonium-N for året beregnes som summen for SØ1-SØ8, og ses i Tabel 18.

SØ1-SØ8	Minimum udledning til recipient (kg)	Maksimal udledning til recipient (kg)
Der opsamles 53 %	8.447	9.517
Der opsamles 60 %	7.238	8154

Tabel 18 Samlet "udfaldsrum" for belastning af recipienten med ammoniak+ammonium-N.

Recipientbelastningen, der er angivet i bilag 6, er beregnet som middelværdien af den højeste og laveste værdi i udfaldsrummet for alle sektioner. For ammoniak+ammonium-N beregnes der jf. Tabel 18 en udledning på 8.377 kg ammoniak+ammonium-N. Samme metode er anvendt for øvrige stoffer.

De resulterende stofmængder er angivet i bilag 6.

7.3. Overfladevand tilført perkolatopsamlingsystemet

I 2021 er overfladevand fra sektion 2, 4, 5 og 7 ledt til perkolatopsamlingsystemet.

7.4. Bekæmpelse af overfladevandsforurening

Der blev i slut '19 start '20 lavet et forsøg, i samarbejde med den leverandør der gennemfører spektralmålingerne, for at lokalisere eventuelle kilder til forurening af overfladevand.

Der er modtaget en temperaturscanning af Stige Ø ved en temperatur omkring frysepunktet. Hypotesen var at udstrømmende perkolat, kildevæld, ville kunne lokaliseres ved at se på temperatursforskelle på Stige Øs overflade. Målingerne viste ikke noget, da opløsningen var for lille i forhold til de relative små kildevæld, der måtte forventes at være.

Som nævnt i årsrapporten for 2021, har der også i 2022 været en del overskridelser på ammoniak/ammonium-N, COD og Total Nitrogen i overfladevandet fra SØ2-RZ-05.

Der har tidligere i området været konstateret et kildevæld i et af grøfterne der leder vand til SØ2-RZ-05. I sin tid blev problemet afhjulpet ved at lave en stenfaskine i bunden af grøften, hvori man lagde et drænrør.

I starten af 2022 blev det konstateret at der på samme strækning trækker vand op nedefra, første antagelse var at drænrøret var stoppet, det viste sig at man sin tid havde koblet drænet på en monitoringsbrønd i nærheden, og vandet dermed bare har fået lov til at "cirkulere".

Tilløbet er blevet ændret, så vandet i dag ledes til perkolatbrønd SØ2-PG-05, hvorfra det ledes til perkolatpumpebrønden og videre til forrenseanlægget på Odense Nord Miljøcenter.

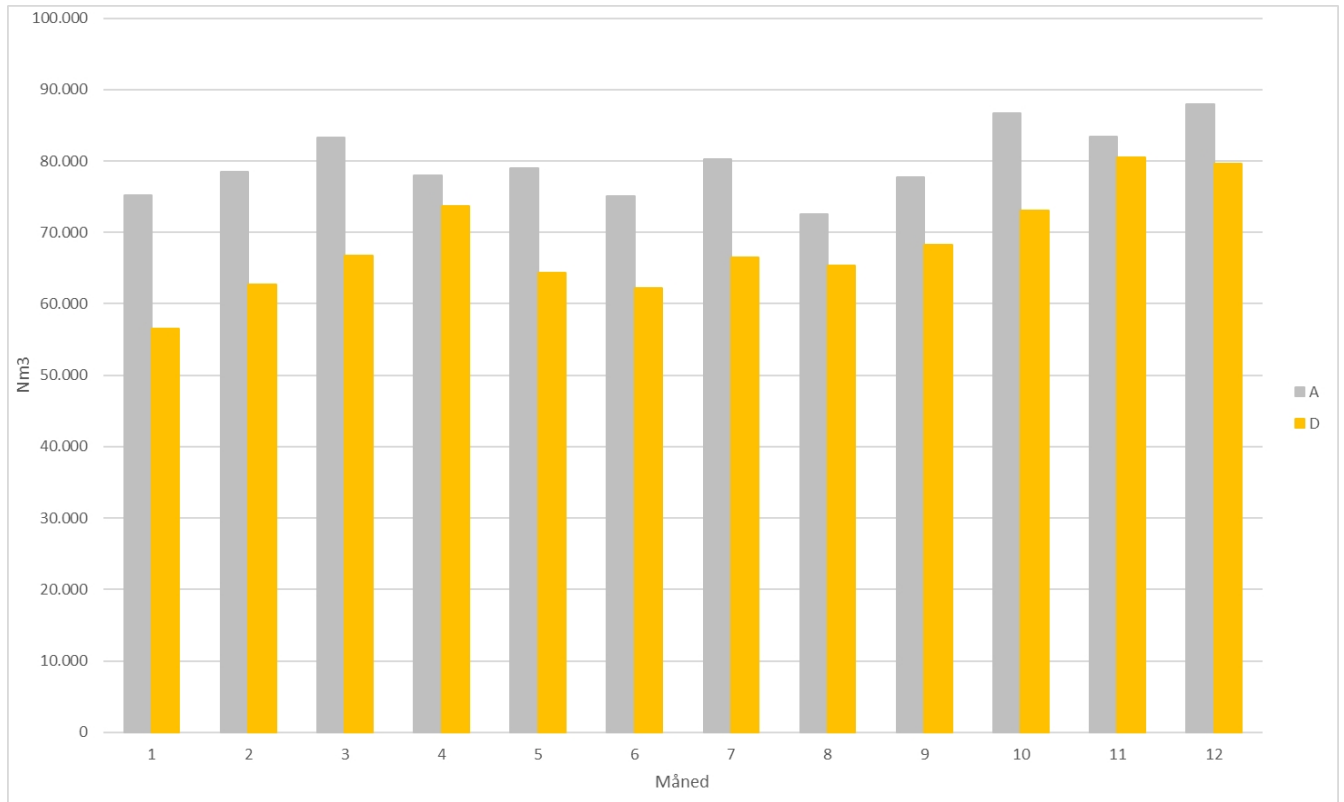
Brønden SØ2-RZ-05 er fortsat omkoblet og vandet pumpes til perkolatsystemet og videre til forrenseanlægget på Odense Nord Miljøcenter.

8. Gasmonitering

På Stige Ø findes der 2 stk. MPR moduler (Måle-, Pumpe- og Regulerings modul), med tilhørende 2 stk. MR moduler (Måle- og Regulerings modul), i daglig tale kaldes disse moduler gas containere.

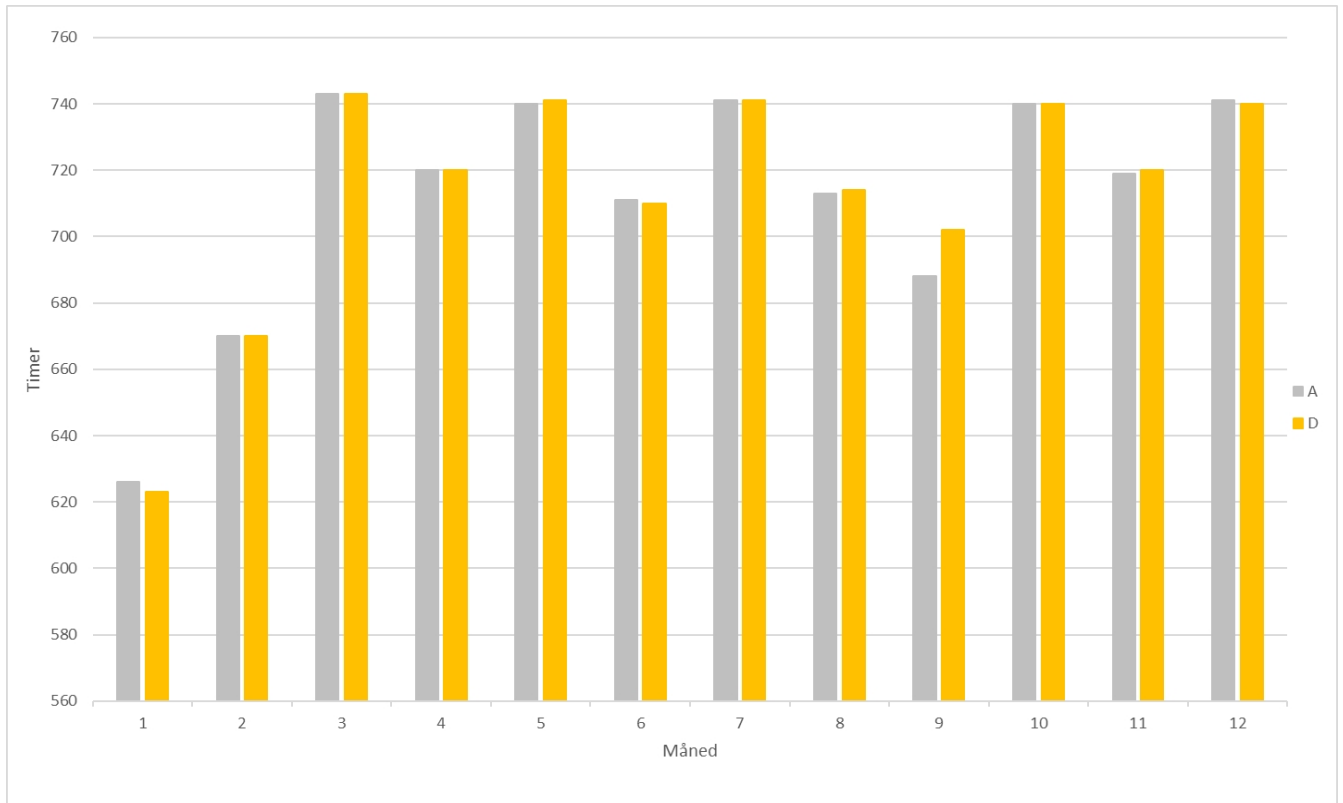
De 2 MPR moduler, hvorfra gassen bliver sendt videre til gasmotoren, er nedenfor angivet som A og D modul. A modulet er beliggende på øens nordligste side, mens D er placeret på sydsiden.

Nedenfor er ved grafisk afbildning vist de indvundne gasmængder for hvert modul. Der blev i alt for 2022 på hhv. modul A og D indvundet 957.653 Nm³ og 819.279 Nm³ gas.



Tabel 19 Indvundne gasmængder på hhv. modul A og D for 2022

Der udføres kontinuerlig registrering af driftstiden på det enkelte modul.



Tabel 20 Registreret driftstid på hhv. modul A og D for 2022

9. Øvrige forhold

9.1. Bekæmpelse af øvrige gener

Der har ikke været nogen uheld på Stige Ø i 2022.

9.2. Evt. klager og afhjælpning

Der har ikke været klager i forbindelse med driften af Stige Ø i 2022.

Bilag 1

Arealklassifikation af Stige Ø 2022, rapport udarbejdet af Spectrofly ApS

Odense Renovation A/S



7. JULI 2022

Arealklassifikation af Stige Ø


Opmålinger baseret på kortlægning med drone

Opgave udført for Odense Renovation

SPECTROFLY APS

Markstien 2

DK-4640 Faxe





3D model af Stige Ø konstrueret i Pix4D på baggrund af RGB billedoptagelse d. 10/6-2022, visualiseret i ArcGIS Pro.

Kundens repræsentant:	Driftsleder Rasmus Olsen
Udarbejdet af:	Toms Buls
Kvalitetssikret af:	Robert Nøddebo Poulsen
Version	1.0

1 RESUME

Til brug for årlig afrapportering af vandbalance og perkolation for Stige Ø er for Odense Renovation foretaget en arealklassifikation af Stige Ø's overflade.

Arealklassifikationen er baseret på data overvejende tilvejebragt med drone. Arealklassifikationen er baseret på Århus Universitets anbefaling om en inddeling i tre overfladekategorier, som kan indgå direkte i vandbalanceberegningen som blev udviklet i 2015 baseret på en årrække med detaljerede studier af vandbalanceforholdene på Stige Ø.

2 INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Resume.....	2
2	Indholdsfortegnelse.....	3
3	Indledning.....	4
4	Projektområdet.....	4
5	Metode.....	4
5.1	Opmålingstidspunkt.....	5
5.2	Indmåling af fikspunkter.....	5
5.3	Anvendt dronesystem.....	5
5.4	Billedoptagelse med drone.....	5
5.5	Kamera karakteristika.....	6
5.6	Fotogrammetrisk databehandling.....	7
5.6.1	Projektion.....	7
5.6.2	Multispektrale data og NDVI.....	7
5.7	Areal kategorier.....	9
5.8	Areal klassifikation.....	9
6	Resultater.....	11
7	Sammenfatning.....	12
8	Litteraturliste.....	14
	Appendix A - kortbilag.....	15

3 INDLEDNING

Nærværende notat bidrager med en arealvægtet klassifikation af vegetationen/overfladen på Stige Ø. Klassifikationen er opnået gennem geografisk analyse af et multispektralt og RGB datasæt optaget med drone i juni 2022.

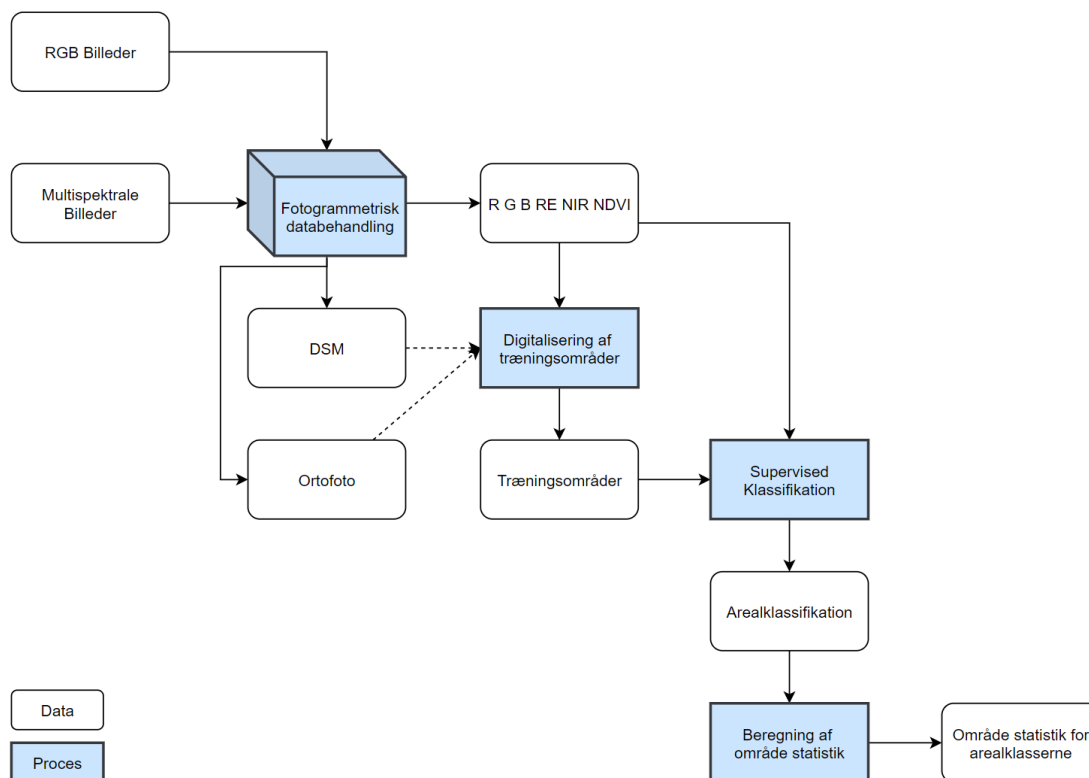
Arealklassifikationen indgår som en del af datagrundlaget for Odense Renovations årsrapport til Miljøstyrelsen, hvor der redegøres for estimering af vandbalance og perkolation på Stige Ø jf. eksempel fra 2014 (Schelde & Thomsen, 2014).

4 PROJEKTOMRÅDET

Stige Ø er beliggende i den sydlige del af Odense Fjord. Arealet er en nedlagt losseplads på ca. 60 hektar der administreres og drives af Odense Renovation. Stige Ø har i dag funktion som rekreativt område, men overvåges bl.a. i forhold til vandbalance, perkolation og fordampning. Stige Ø består af forskellige overflader herunder veje, stier, bar jord, kortklippet græs, lav og høj vegetation, samt enkelte bygninger, som har betydning for beregningen af fordampningen fra Stige Ø, som arealklassifikationen har til hensigt at gruppere.

5 METODE

I dette afsnit er beskrevet den overordnede arbejdsgang fra billedoptagelse til arealklassifikationen af Stige Ø jf. Figur 1.



Figur 1. Skematisk oversigt over data og processer i tilvejebringelse af den beregnede arealklassifikation og områdestatistik. DSM = Digital Surface Model, R = Red, G = Green, B = Blue, RE = Red Edge, NIR = Near-Infrared, NDVI = Normalized Difference Vegetation Index.

5.1 OPMÅLINGSTIDSPUNKT

Stige Ø blev kortlagt d. 10/6 – 2022, her blev foretaget billedoptagelse med to sensorer:

- a. RGB kamera
- b. Multispektral kamera

5.2 INDMÅLING AF FIKSPUNKTER

Dronens indbyggede RTK GPS erstatter tidligere behov for anvendelse af indmålte fikspunkter.

5.3 ANVENDT DRONESYSTEM

Den anvendte kortlægningsdrone er kaldet en EbeeX af fabrikatet Sensefly, produceret i Schweiz. Den har et vingefang på 110 cm og en maximal flyvetid på op til 90 minutter og flyvehastigheder mellem 40 og 90 km/t afhængig af vindforhold. EbeeX er styret via RTK GPS og et radiolink der har en maksimal rækkevidde på op til 3 km. Med udstyret er det muligt at opnå såkaldt ground sampling distance (GSD) ned til 1.5 cm per pixel, og opnå relativ horisontal og vertikal nøjagtighed på 1-3 x GSD, som ved anvendelse af dronens RTK GPS kan blive ned til 3 og 5 cm i henholdsvis det horisontale og vertikale plan. Herved kan opnås en præcis georeferering af ortofoto og overflademodel herunder højden (z-aksen) i koordinatsystemet DVR90.

5.4 BILLEDPTAGELSE MED DRONE

Overflyvning af Stige Ø blev gennemført med henholdsvis RGB og MS sensor. Flyvehøjden var ca. 100 meter over havet med et billedoverlap på 75 % i begge retninger.



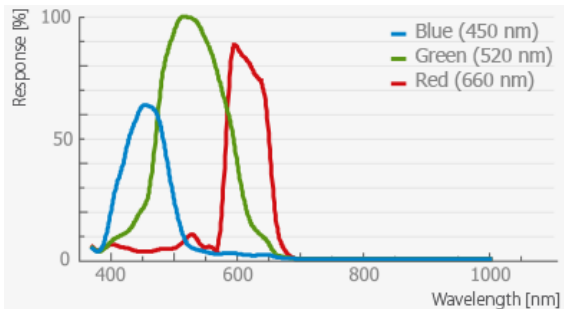
Figur 2. Eksempel på MS billedoptagelse over Stige Ø bestående af i alt 6970 billeder (5 billeder for hvert rødt punkt).

5.5 KAMERA KARAKTERISTIKA

To typer kamera systemer blev anvendt i overflyvningerne af Stige Ø.

- RGB Sensefly S.O.D.A.
- Multispektral Micasense Rededge-MX

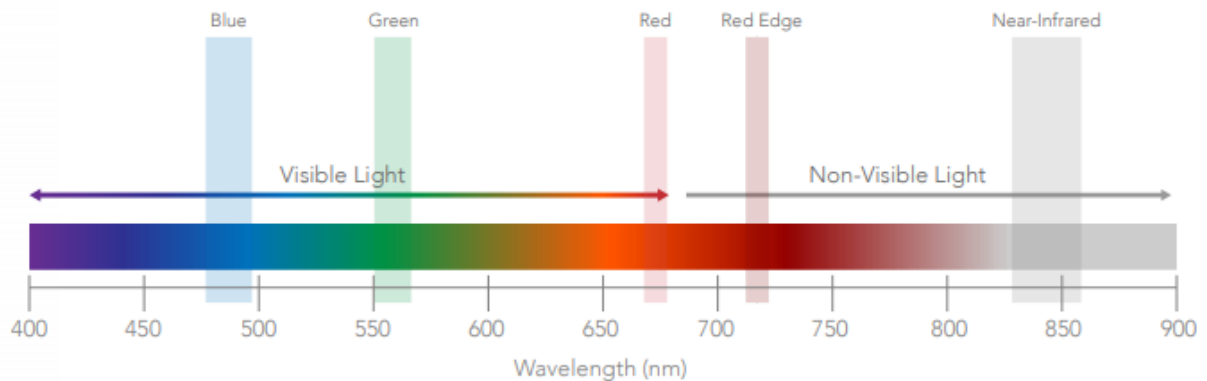
De tekniske specifikationer af S.O.D.A. omfatter en opløsning på 20 MP og har fra 100 meters højde en gennemsnitlig GSD på ca. 2.3 cm/pixel opløsning på jorden.



Figur 3. S.O.D.A. kameraets spektrale karakteristika

Det multispektrale kamera fra Micasense (RedEdge-MX) opnås fra 100 meters flyvehøjde en gennemsnitlig opløsning på jorden (ground sampling distance) på 7 cm/pixel.

RedEdge-MX optager på fem specifikke bånd, dels blå, grøn og rød, samt såkaldt "red edge" og nærinfrarød på de respektive bølgelængder 475, 560, 668, 717, og 840 nm.



Figur 4. Spektrale bånd i Micasense RedEdge MX.

5.6 FOTOGRAMMETRISK DATABEHANDLING

Alle datasæt fra dronen blev behandlet i fotogrammetri software-programmet Pix4D Mapper. For hvad angår detaljer i den fotogrammetriske databehandling henvises til Pix4D's dokumentationen på deres hjemmeside <https://pix4d.com/>.

En række slutprodukter kan fås fra den fotogrammetrisk databehandlinger herunder:

- Punktsky
- 3D mesh
- Overflademodel
- Ortofoto
- Højdekurver
- Reflektanskort
- Indekskort

5.6.1 Projektion

Alle kortdata er processeret i projektionen UTM32 ETRS89 og det vertikale koordinatsystem Dansk Vertikal Reference 1990 (DVR90).

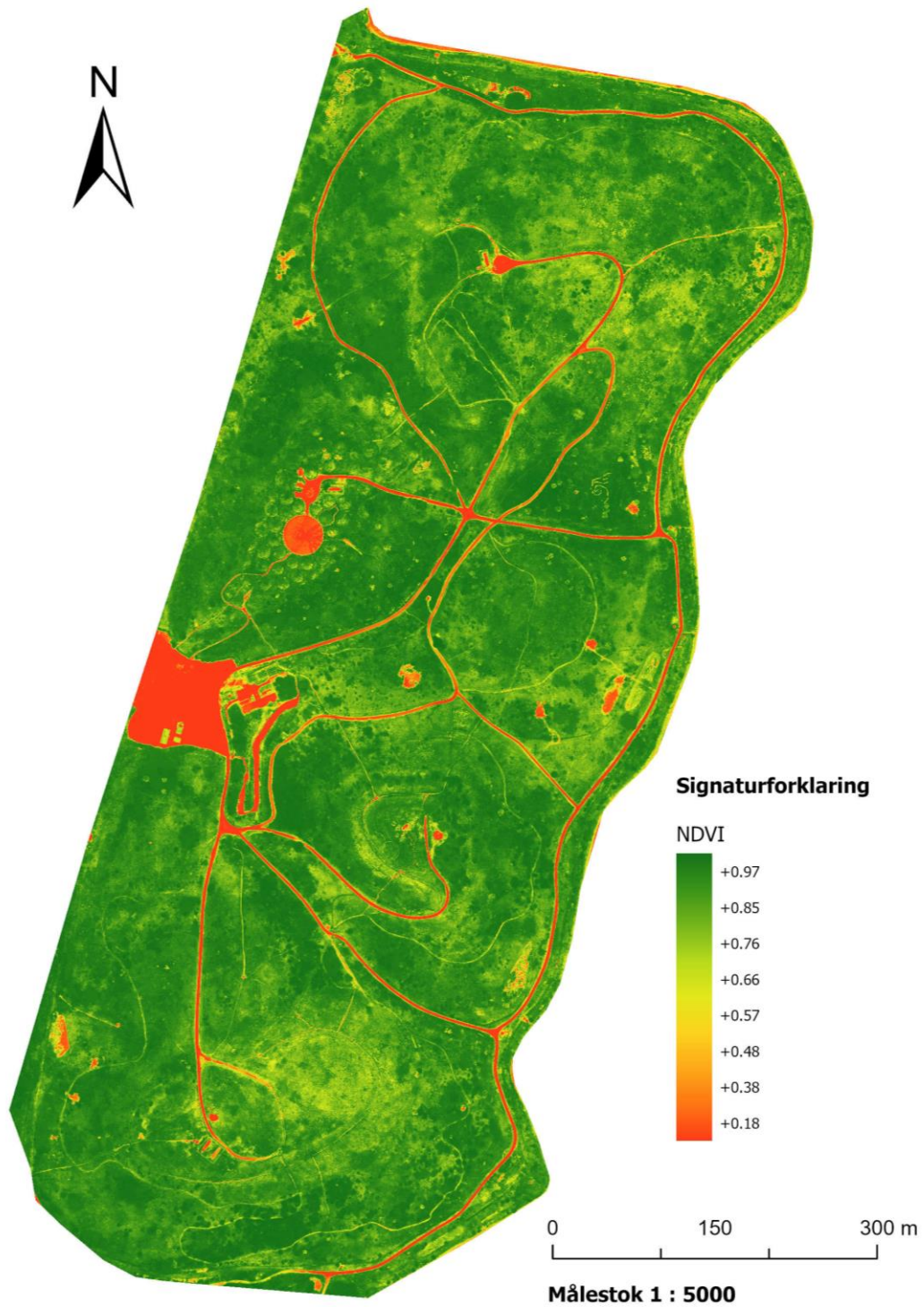
5.6.2 Multispektrale data og NDVI

Data for de 5 unikke bånd viser refleksionen på deres respektive bølgelængder henholdsvis 475, 560, 670, 720 og 840 nm. Som enkelt bånd vises data i sort og hvid og giver som sådan kun beskedent overblik over informationen og er derfor ikke vist.

NDVI (normalized difference vegetation index) anvendes som et mål for indholdet af grønkorn i vegetation og kan derved tilføje information om vegetationstætheden samt i adskillelsen af områder med og uden vegetation. NDVI udregnes ud fra båndene med rød og nærinfrarød spektrale bølgelængder ved følgende formel:

$$NDVI = \frac{(nærinfrarød - rød)}{(nærinfrarød + rød)}$$

Indeksets værdier ligger mellem -1 og 1 alt efter forholdet mellem reflektansværdierne for det røde og nærinfrarøde bånd for hver pixel.



Figur 5. NDVI beregnet ud fra de multispektrale bånd indikerer indholdet af grønkorn (d. 10/6-2022).

5.7 AREALKATEGORIER

Overfladeklassifikationen til brug for den efterfølgende vandbalance- og perkolationsberegning har Århus Universitet udarbejdet en beregningsmetode der forudsætter at Stige Ø's overflader inddeles i tre kategorier. Disse kategorier inkluderer nedenstående (Schelde & Thomsen, 2015):

1. Grus og gruslignende overflader.
2. Svag eller klippet (lav eller kort vegetation)
3. Tæt/normal (Normal vegetation)

5.8 AREALKLASSIFIKATION

Arealklassifikationen blev udført i ArcGIS Pro 2.9.3 med et værktøj kaldet "Image Classification". Med dette værktøj blev gennemført en superviseret, objekt-baseret klassifikation ved brug af en Support-Vector-Machine (SVM) algoritme. Andre Machine-learning algoritmer (f.eks. Random Trees) blev også testet, men SVM viste det bedste resultat. I analysen indgik en komposit af de fem multispektrale bånd og TSAVI indeks der viste sig at være mere responsivt til ændring i vegetations tæthed og helbred sammenlignet med NDVI. Som forbehandlingstrinnet blev NDVI med værdi < 0.6 brugt for at skelne grus/gruslignende overflader fra vegeterede arealer. Vegetationsindekser kan ofte fejlklassificere blomstrende vegetation (f.eks. træer) som ikke-vegetation på grund af den lignende spektrale signatur af blomsterne til ikke-vegetationsoverflader. For at undgå dette blev forskellen mellem den digitale overflademodel (DSM) og DHM (Danmarks Højdemodel) beregnet og områderne med højdeforskel på mere end 0,6 m og NDVI indeksværdi $> 0,6$ tildelt som tæt/normal vegetation (træer og buske). Derefter blev de resterende områder klassificeret som tæt/normal eller svag/klippet klasser ved at kombinere information om vegetationindeksvariabilitet, højdedifferentiering og lighed mellem nabopixel (anvendelse af billedsegmenteringstrin som en del af den objektbaserede billedanalyse workflow).

Superviseret klassifikation er en almindelig og anerkendt metode indenfor remote sensing til at kortlægge specifikke arealanvendelser, overflade- eller vegetationstyper.

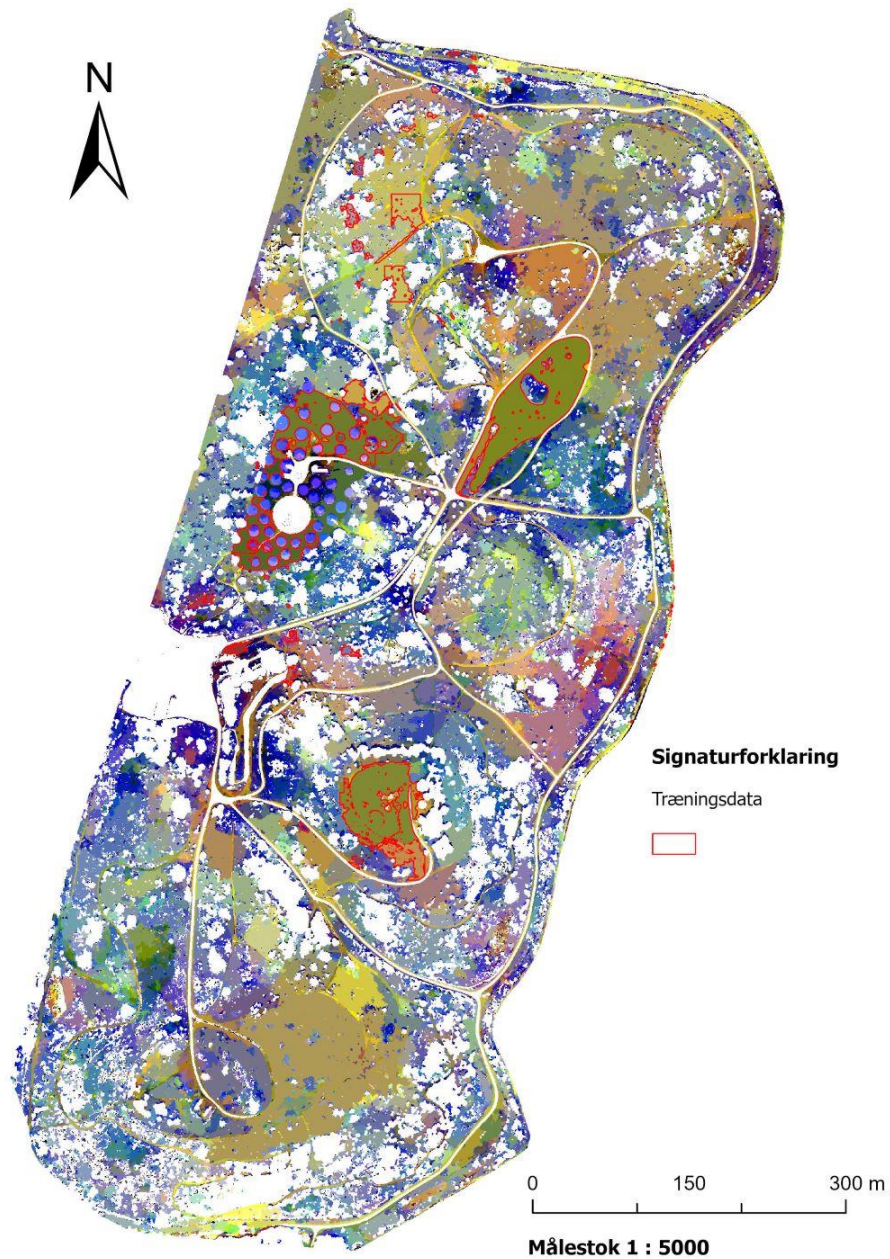
Med superviseret klassifikation trænes softwaren til at se arealtyper som brugeren har interesse for. Dette gøres ved at brugeren definerer en række træningsområder, som er repræsentative for en given arealanvendelse/vegetationstype.

Software bestemmer på baggrund af den spektrale signatur af de pixels som befinder sig indenfor hvert træningsområde og anvender denne information til at definere middel og varians af de respektive klasser for alle de inputlag som indgår i beregningen. Hver enkelt pixel i billedet, bliver på baggrund af dens spektrale signatur således allokeret til den arealklasse, som den er i bedst overensstemmelse med. Træningsområderne er udvalgt på baggrund af kendskab til området med prøveopsamling i felten, samt vurderinger baseret på ortofoto og DSM, så den variabilitet som en given arealklasse udviser, er repræsenteret. Følgende fem bølgelængder indgår i analysen:

- Blå: 475 nm
- Grøn: 560 nm
- Rød: 670 nm
- Rødkant: 720 nm
- Nærinfrarød: 840 nm

Herudover er NDVI og TSAVI indeks inkluderet som beregnes ud fra det røde og Nærinfrarøde bånd. TSAVI er et vegetationsindeks, der forsøger at minimere påvirkning af jordens lysstyrke.

Arealklassifikationen er opgjort for 8 delområder (sektioner) på Stige Ø.



Figur 6. Placeringen af træningsområderne som er valgt fra et segmenteret billede, der grupperer pixels med lignende karakteristika i større områder (segmenter), hvilket reducerer billedets kompleksitet for at gøre yderligere analyse af billedet lettere. Bemærk, at klassificeringen udføres på de dataområder, hvorfra områderne med $NDVI < 0,6$ (ikke-bevoksede områder) eller $NDVI > 0,6$ og højde $> 0,6$ m (høj vegetation såsom træer eller buske) er blevet filtreret fra.

6 RESULTATER

Afledt af den fotogrammetriske databehandling er produceret ortofoto og DSM for den 10. juni 2022. Disse bruges i forbehandlingstrinnene til at lave et højdeforskelskort (forskel mellem DSM og DHM – Danmarks Højdemodel) og ortofoto, der bruges som en kvalitativ reference og til billedsegmentering som forberedelse til billedklassificeringstrin.

Arealklassifikationen er udført på de multispektrale datasæt og de segmenterede data fra RGB-datasæt i høj opløsning (3 cm/pix), hvorfra er estimeret udbredelsen af tre overfladetyper indenfor de otte sektioner som Stige Ø er inddelt i. Overfladetyperne er inddelt i tre klasser:

- Grus eller gruslignende overflader
- Svag eller klippet vegetation
- Tæt/normal vegetation

Områderne med grus eller gruslignende overflader udgør i alt 3.34 ha svarende til 6.4 % af det kortlagte område. Områderne med svag eller klippet vegetation udgør 15.15 ha svarende til 28.9 % og endelig udgør tæt eller normal vegetation 33.83 ha svarende til de resterende 64.70 % af det kortlagte område af Stige Ø jf. Tabel 1.

Tabel 1: Arealklassifikation af Stige Ø 2022 i tre arealklasser 'Grus eller gruslignende overflader', 'svag eller klippet vegetation', 'tæt/normal vegetation' inddelt i otte områder.

Arealdække af overfladetyper per sektion [ha]				
Sektion	Grus	Svag	Tæt	Areal
1	0.14	1.19	3.94	5.27
2	0.29	2.44	4.15	6.88
3	0.26	1.34	2.94	4.53
4	0.41	3.24	4.24	7.90
5	0.35	1.80	3.66	5.81
6	0.13	1.30	3.52	4.96
7	1.63	3.25	7.80	12.69
8	0.12	0.58	3.58	4.28
Sum	3.34	15.15	33.83	52.32
%	6.4%	28.9%	64.7%	100.0%

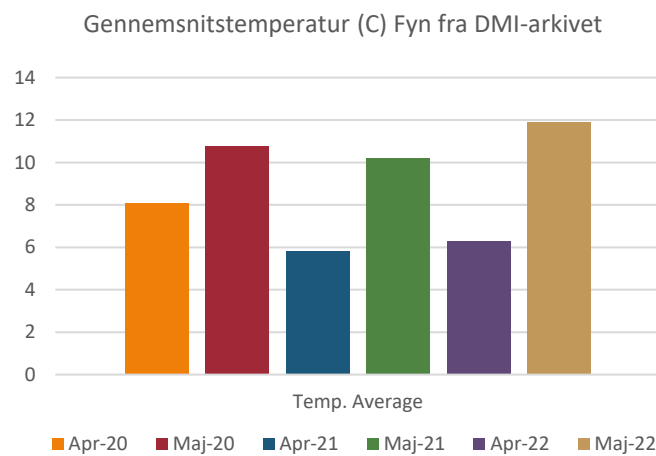
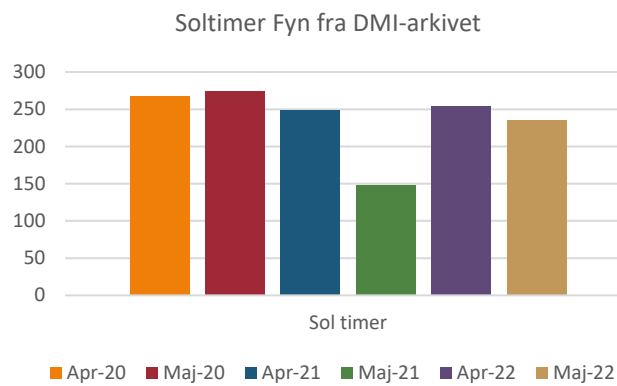
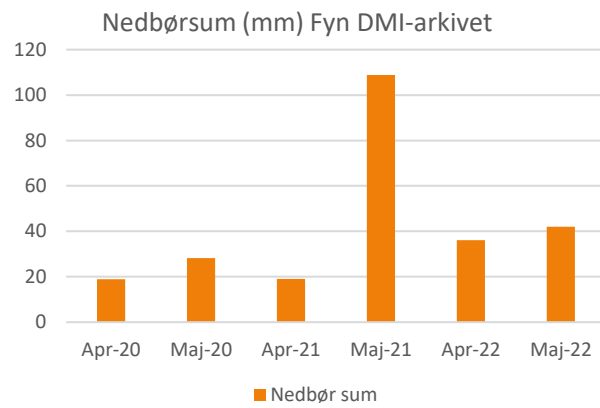
7 SAMMENFATNING

I nærværende rapport er redegjort for en superviseret arealklassifikation af Stige Ø med henblik på at Odense Renovation i deres årsrapportering til Miljøstyrelsen kan beregne den årlige vandbalance og perkolation for Stige Ø ved anvendelse af den af Århus Universitet anviste forenkede beregningsmetode (Schelde & Thomsen, 2015).

Arealklassifikationen inddeler det kortlagte område af Stige Ø, i alt 52,32 ha, i tre klasser henholdsvis "Grus eller gruslignende overflader" der udgør 6,4 % af området, "svag eller klippet vegetation" 15,5 % mens "tæt eller normal vegetation" udgør 64,7 % af området.

Sammenlignet med de sidste to år 2020 og 2021 er områderne med tæt/normal vegetationsdækning steget fra 50,8% (2020) til 71,2% (2021) og er igen faldet lidt til 64,7% (2022). Områder med svag/klippet vegetation faldt næsten tilsvarende fra 42,2% (2020) til 21,2% (2021) og har steget lidt til 15,5% i 2022. Områderne med grus- eller gruslignende overflader har vist et lille fald fra 7,6 % (2021) til 6,4% (2022).

I løbet af de sidste 3 år har variabiliteten af tæt/normal og svag/klippet vegetationsdække varieret i overensstemmelse med vejr- og klimaforholdene i april og maj måneder (se fig. 7). Det lidt lavere tæt/normale vegetationsdække i 2022 i forhold til 2021 skyldes det antageligt en lavere gennemsnitsnedbør, højere middeltemperatur og flere solskinsdage i maj 2022 er medvirkende til en tidligere udvikling af visnende vegetationspletter. I modsætning hertil havde foråret 2021 en ekstraordinær mængde nedbør og koldere gennemsnitstemperaturer, der førte til et sent forår og mere kraftig vegetation i begyndelsen af midten af juni. Endelig tillægges de lavere tætte/normale vegetationsområder i foråret 2020 de forholdsvis lave nedbørsværdier, den højeste mængde af solskinsdage og varme månederne april og maj, der forårsagede et tidligt forår med flere områder hvor omfattede en mere nedvisnet vegetation i medio juni 2020.



Figur 7. Vejr og klima-data fra årene 2020 – 2022 for Fyn (DMI).

8 LITTERATURLISTE

Schelde, K., & Thomsen, A. (2014). *Stige Ø 2014 - Vandbalanceberegninger*. Teknologi & Videnskab, Institut for Agroøkologi. Århus Universitet.

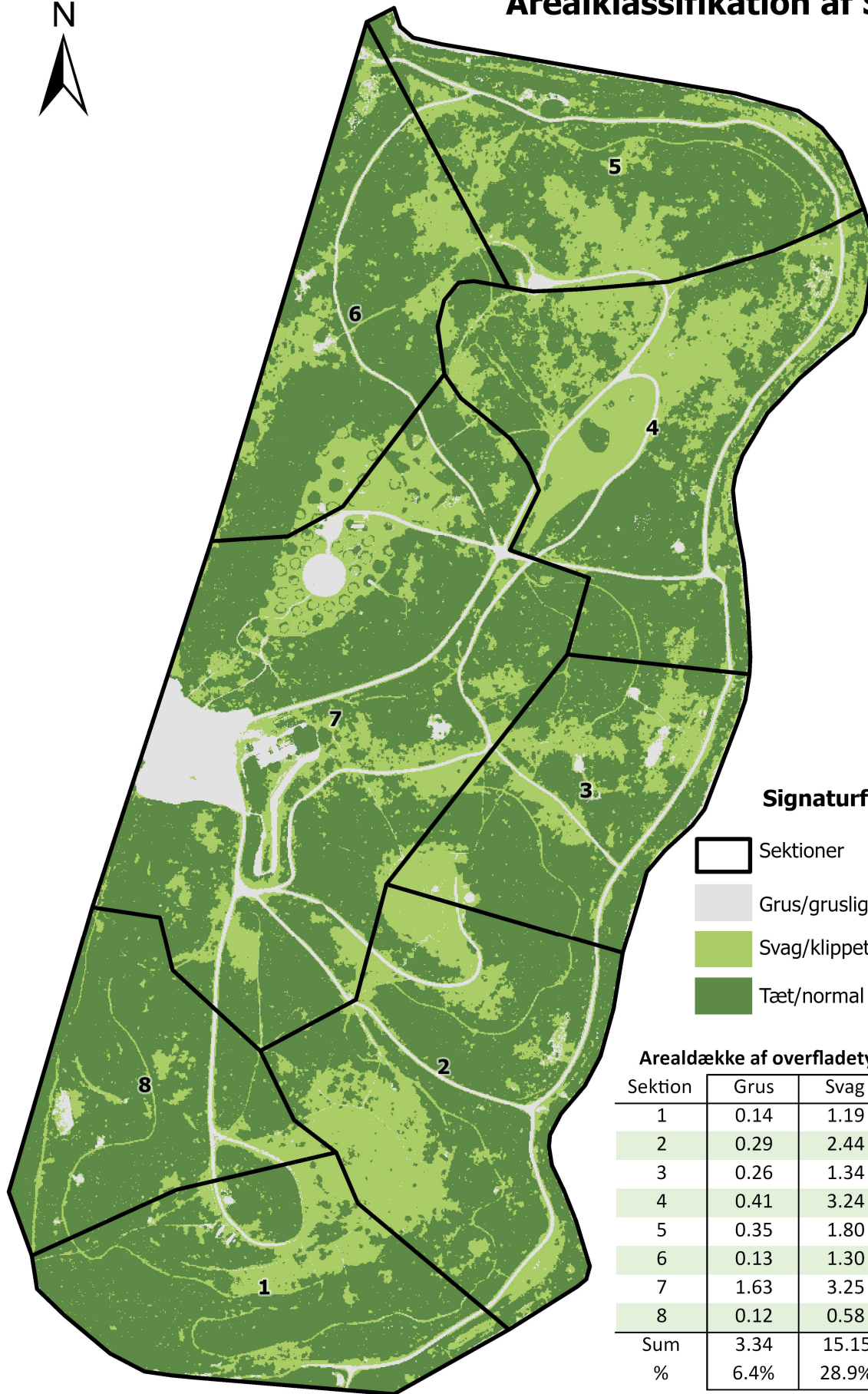
Schelde, K., & Thomsen, A. (2015). *Stige Ø - Anbefaling til forenklede vandbalanceberegninger*. Videnskab og Teknologi, Institut for Agroøkologi. Århus Universitet.

Bilag 2





Sektionsinddelt arealklassifikation af Stige Ø 2022, udarbejdet af Spectrofly ApS

Odense Renovation A/S

Arealklassifikation af Stige Ø 2022



Signaturforklaring

-  Sektioner
-  Grus/gruslignende flader: 3,34 ha
-  Svag/klippet vegetation: 15,15 ha
-  Tæt/normal vegetation: 33,83 ha

Arealdække af overfladetyper per sektion [ha]

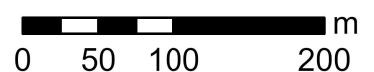
Sektion	Grus	Svag	Tæt	Areal
1	0.14	1.19	3.94	5.27
2	0.29	2.44	4.15	6.88
3	0.26	1.34	2.94	4.53
4	0.41	3.24	4.24	7.90
5	0.35	1.80	3.66	5.81
6	0.13	1.30	3.52	4.96
7	1.63	3.25	7.80	12.69
8	0.12	0.58	3.58	4.28
Sum	3.34	15.15	33.83	52.32
%	6.4%	28.9%	64.7%	100.0%

Sag:

Klassifikation Stige Ø

Odense Renovation A/S
Snapindevej 21, 5200 Odense V

Tegner: TBU
Dato: 04/07/2022
Opmålt dato: 10/06/2022
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
Kotesystem: DVR 90
Måleenhed: Meter
Målestok: 1:5,000



SpectroFly ApS

Markstien 2, 4640 Faxø - Tlf.: 26 13 05 55 - E-mail: info@spectrofly.dk CVR 41 09 41 76

Bilag 3

Anbefaling til forenklede vandbalanceberegninger, rapport udarbejdet af Aarhus Universitet

Odense Renovation A/S



STIGE Ø

Anbefaling til forenklede vandbalanceberegninger



Notat, august 2015

Kirsten Schelde & Anton Thomsen, Aarhus Universitet

1. INDLEDNING

Efter mere end 10 år med detaljerede vandbalanceberegninger for Stige Ø (Vandbalancerapporter 2003-2014) er det tid at høste af de opnåede erfaringer og generalisere og forenkle vandbalanceestimerne. Dette notat er udarbejdet efter fælles ønske fra Aarhus Universitet og Odense Renovation A/S om at udnytte de foregående års indsamlede viden til en robust og forenklet metode til at estimere den samlede årlige perkolation fra Stige Ø. Metoden skal erstatte analysearbejdet, som har været udført af AU gennem 2003-2015.

2. OVERORDNET METODE

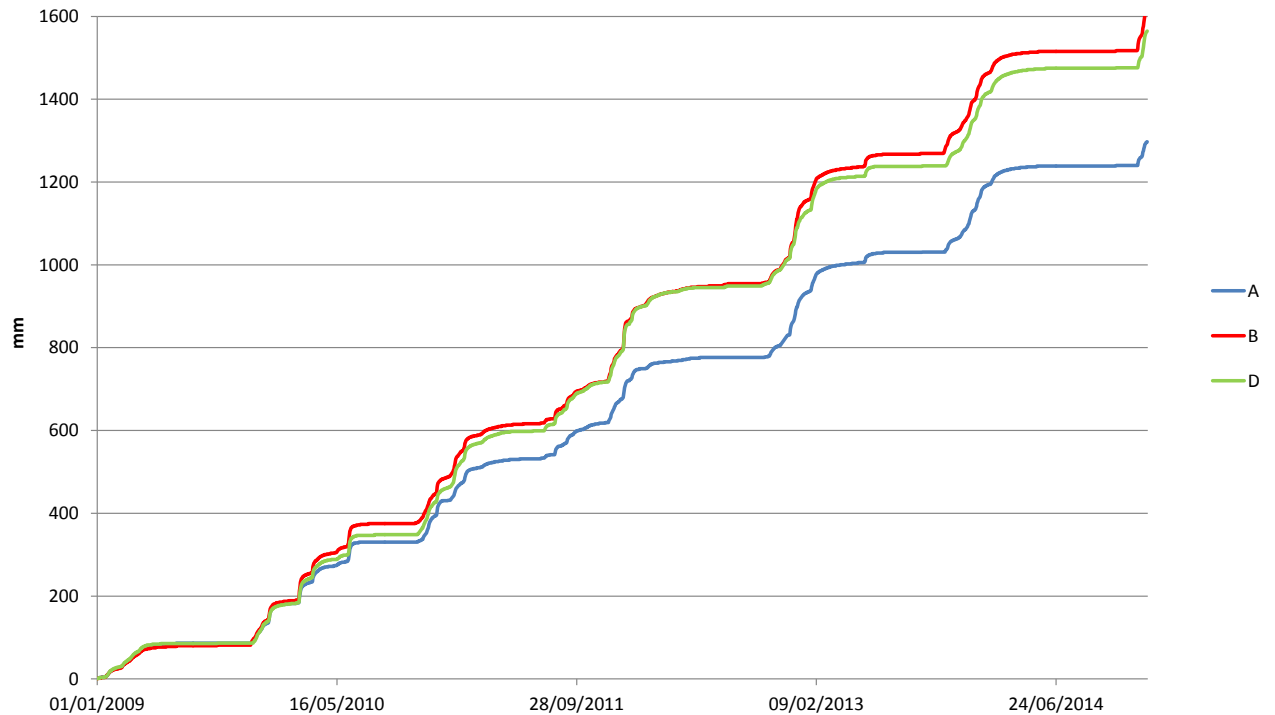
I de foregående år (Vandbalancerapporter 2003-2014) har udgangspunktet for vandbalanceberegninger været målte afstrømningsmængder fra tre store lysimetre. Vandbalancen for ca. ti forskellige referencepunkter på Stige Ø (såkaldte TDR-reder) har været undersøgt, modelleret og sat i forhold til vandbalancen for lysimetrene. Det endelige estimat for perkolation fra hele øen var en skalering af forholdene omkring lysimetrene til hele arealet, idet hvert referencepunkt blev antaget at være repræsentativt for en andel af øen.

Vi foreslår, at dette princip fastholdes, men at skaleringen fremover baseres på erfaringstal kombineret med en ny arealdækkende opmåling af vegetationstætheden på Stige Ø.

3. DATAGRUNDLAG: LYSIMETRE

For hvert driftsår blev afstrømningen fra lysimeter A, B og D opgjort, og hidtil blev ét af lysimetrene brugt til opskaleringen. I nogle driftsår var den samlede afstrømning fra de tre lysimetre af samme størrelsesorden, men i flere driftsår var afstrømningen fra lysimeter A lidt lavere end fra B og D.

I figur 1 har vi akkumuleret den målte afstrømning (i mm; baseret på bortpumpede mængder) for de tre lysimetre over seks driftsår (perioden 2009-14). Det fremgår af figur 1, at lysimeter A adskiller sig fra de to andre lysimetre, som har en bemærkelsesværdig ens afstrømning over perioden. Forholdet er sådan, at en beregnet forhøjelse af lysimeterafstrømning A med 20% bringer de tre kurver til at ligge stort set oveni hinanden (ikke vist).



Figur 1. Akkumuleret målt afstrømning fra tre lysimetre på Stige Ø i perioden 2009-2014.

I 2008 foretog Rambøll en test af lysimetrene på Stige Ø, hvor lysimeterfladerne i perioder blev individuelt overdækket. Rapporten fra Rambøll (2008) kunne ikke entydigt udpege 'gode' og 'dårlige' lysimetre. En genlæsning af notatet med en formodning om, at lysimeter A er fejlbehæftet, giver en vis støtte til den antagelse (Boks 1). Lysimeter C, som i alle driftsår har vist en urealistisk høj afstrømning, er muligvis tæt, mens der er tegn på at pumpebrønd C er utæt (Boks 2).

På denne baggrund anbefaler vi, at skalering af afstrømning fra lysimetrene fremover baseres på et gennemsnit af målt afstrømning fra lysimeter B og D. Hvis der i et givet driftsår er tvivl om de to lysimetres data, kan man sammenligne med afstrømningen fra lysimeter A multipliceret med 1.2.

Som det fremgår af tabellen, ser der ud til kun at være lysimeter 2 og 3, som har en sikkerhed for, at alt vand holdes tilbage af den yderste membran. Ved åben ventil fra sladretræn vil al nedsivende nedbør fra disse to felter blive samlet op i pumpebrønde.

Den formodede tætte indvendige membran i felt 4 betyder også, at al vand herfra bliver samlet op. Der er en lille risiko for, at den lille utæthed, som er konstateret i den udvendige membran er større end en eventuel utæthed i den indvendige membran, og at dette kan forklare, at der i marts 2008 ikke blev konstateret vand i sladretrænet.

På det foreliggende grundlag vurderes derfor, at membranerne i felt 2 og 3 ikke giver anledning til at nedsivet nedbør ikke bliver samlet op i pumpestationer. Det vurderes også, at felt 4 højst sandsynlig har et membransystem, som er tilstrækkelig intakt til, at al nedsivet nedbør bliver samlet op. Der hersker noget større tvivl om tætheden til den udvendige membran på felt 1, selv om pumpe-mængderne her i høj grad følger felt 2 og 4.

Boks 1. Udklip fra Rambøll (2008) vedr. konklusioner for lysimetrene. Betegnelserne felt 1,2,3 og 4 svarer til hhv. lysimeter A, B, C og D.

Pumpebrønd SØ8-ZB-03

I forlængelse af pkt. ad 2 – Registrering af tilløb til SØ8-ZB-03, viser figurene i bilag 1, at pumpeintervallet fra felt 3 er alt for højt.

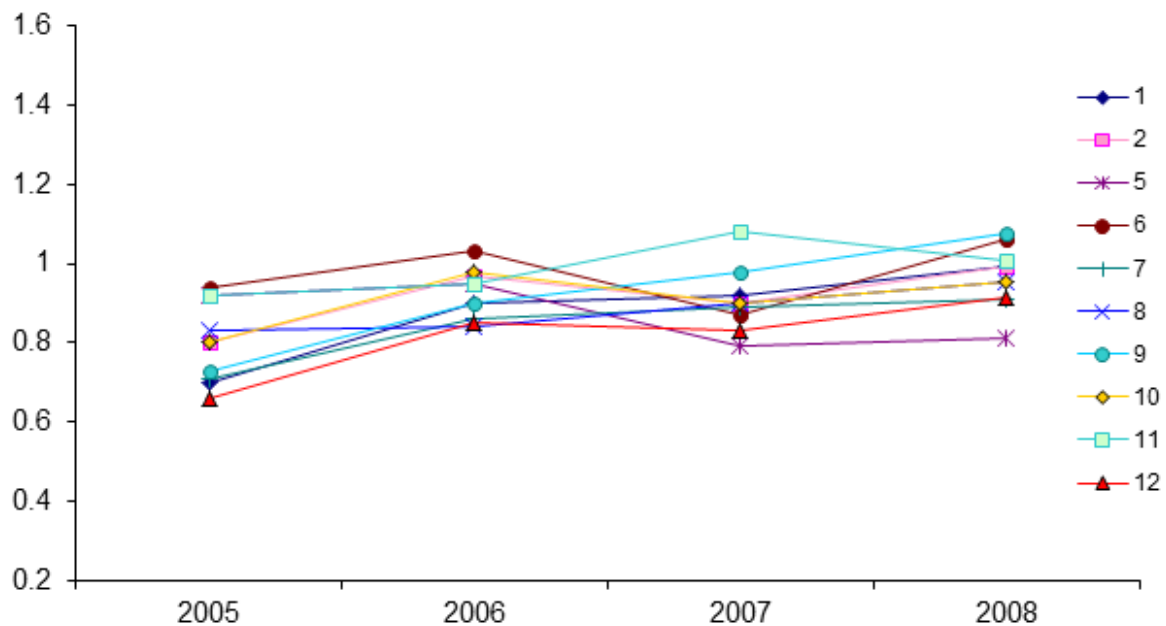
For at teste om dette skyldes et reelt tilløb til brønden fra lysimeteret, blev der sat balloner i begge tilløb til brønden i perioden 2008-05-05 til 2008-05-15. Vandstandsændringerne i brønden i denne periode, jf. bilag 2, viser at pumpen stadigvæk bliver ved med at køre. Årsagen hertil er sandsynligvis, at pumpebrønden er utæt, og at vand som pumpes op i faskinen løber tilbage til pumpebrønden for på denne måde at blive registreret flere gange.

Brønden foreslås derfor gravet fri og tættet, samtidig som faskinen foreslås flyttet 10 meter længere væk nedstrøms pumpestationen.

Boks 2. Udklip fra Rambøll (2008) vedr. konklusioner for lysimeter C (felt 3).

4. DATAGRUNDLAG: LYSIMETERFAKTORER

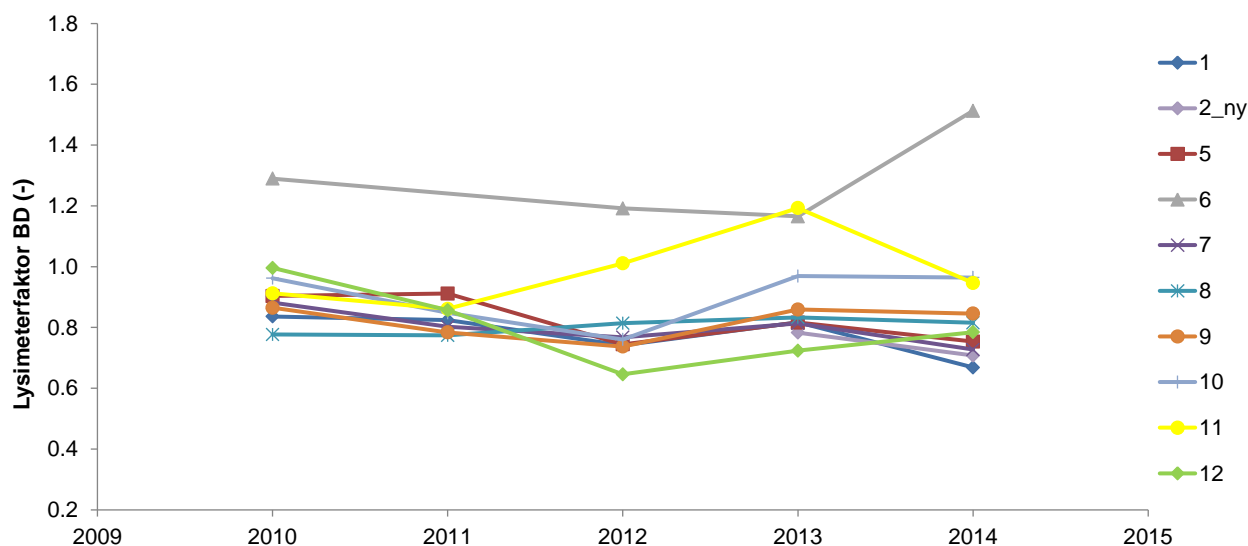
Vandbalancen i TDR rederne blev årligt beregnet og sat i forhold til vandbalancen for lysimetrene (lysimeterfaktor af størrelsesorden 1.0). I løbet af perioden 2003-2015 er der sket en stor udvikling på Stige Ø, idet terræn, topjord og vegetation har ændret sig gradvist. I de første år var der en tendens til, at lysimeterfaktorerne øgedes, hvilket vil sige at forholdene på øen gradvist nærmede sig forholdene ved lysimetrene (figur 2).



Figur 2. Lysimeterfaktorer i 2005-2008. Disse er de oprindelige lysimeterfaktorer, som forholdt sig til et individuelt lysimeter (A, B eller D).

I de seneste år har det vist sig, at vegetationen på lysimetrene generelt er lidt svagere end den typiske 'vilde' og frodige vegetation på andre store arealer på øen. Derfor var lysimeterfaktoren for et flertal af TDR reder mindre end 1.0, svarende til at fordampningen var højere og afstrømningen lavere end i lysimetrene. I figur 3 ses lysimeterfaktorer for perioden 2010-2014, hvor faktorerne vel at mærke er genberegnet, så de relaterer sig til lysimeter B og D og ikke til et enkelt lysimeter.

Undtagelser fra denne tendens gjaldt TDR rede 6, som siden ca. 2009 var overlejret af en grussti med høj infiltrationsevne, lav fordampning og dermed høj afstrømning. Desuden viste rede 11 tendens til forhøjede lysimeterfaktorer. Det skyldes formentlig, at bevoksningen omkring rede 11 siden 2013 ikke var 'utæmmet' men blev klippet (se bilag 1). Der er således en ret tydelig tendens til, at typen og tætheden af overfladen/bevoksningen er afgørende for den lokale vandbalance.



Figur 3. Oversigt over lysimeterfaktorer BD, dvs. hvordan afstrømningen i de enkelte TDR reder forholdt sig til den gennemsnitlige årlige afstrømning fra lysimeter B og D. Faktorerne er genberegnet, idet faktorerne oprindeligt kun var relateret til et enkelt lysimeter. Forskellige linjer angiver forskellige TDR reder. I denne periode var rede 6 overlejet af en grussti. Området omkring rede 11 blev efterhånden holdt kortklippet.

5. FORENKLET NY BEREGNING

Baseret på de foregående års erfaringer med at relatere punktvis vandbalancer til lysimetrene anbefaler vi, at perkolationen fra øen fremover estimeres således:

$$P_{\emptyset} = \left(A_{Grus}/A_{Total} * F_{Grus} + A_{Svag}/A_{Total} * F_{Svag} + A_{Tæt}/A_{Total} * F_{Tæt} \right) * (L_{BD}/1000) * (A_{Grus} + A_{Svag} + A_{Tæt}) \quad (1)$$

hvor P_{\emptyset} er perkolationen ($m^3/\text{år}$) fra Stige \emptyset før korrektion for afstrømning nær jordoverfladen; L_{BD} er den målte gennemsnitlige afstrømning fra lysimeter B og D ($mm/\text{år}$), A (m^2) er areal for tre typer af overflader, og F (-) er skaleringsfaktor for de tre typer vegetationsdække i forhold til lysimetervegetation. F fremgår af tabel 1. A_{Total} er samlet areal af de tre delområder, dvs.

$$A_{Grus} + A_{Svag} + A_{Tæt}$$

L_{BD} ($mm/\text{år}$) beregnes som gennemsnit af bortpumpet vandmængde ($L/\text{år}$) fra lysimeter B og D, divideret med lysimeterarealet ($49 m^2$).

Tabel 1. Skaleringsfaktorer for tre typer overflader på Stige Ø. Skalering skal ske i forhold til lysimeter BD.

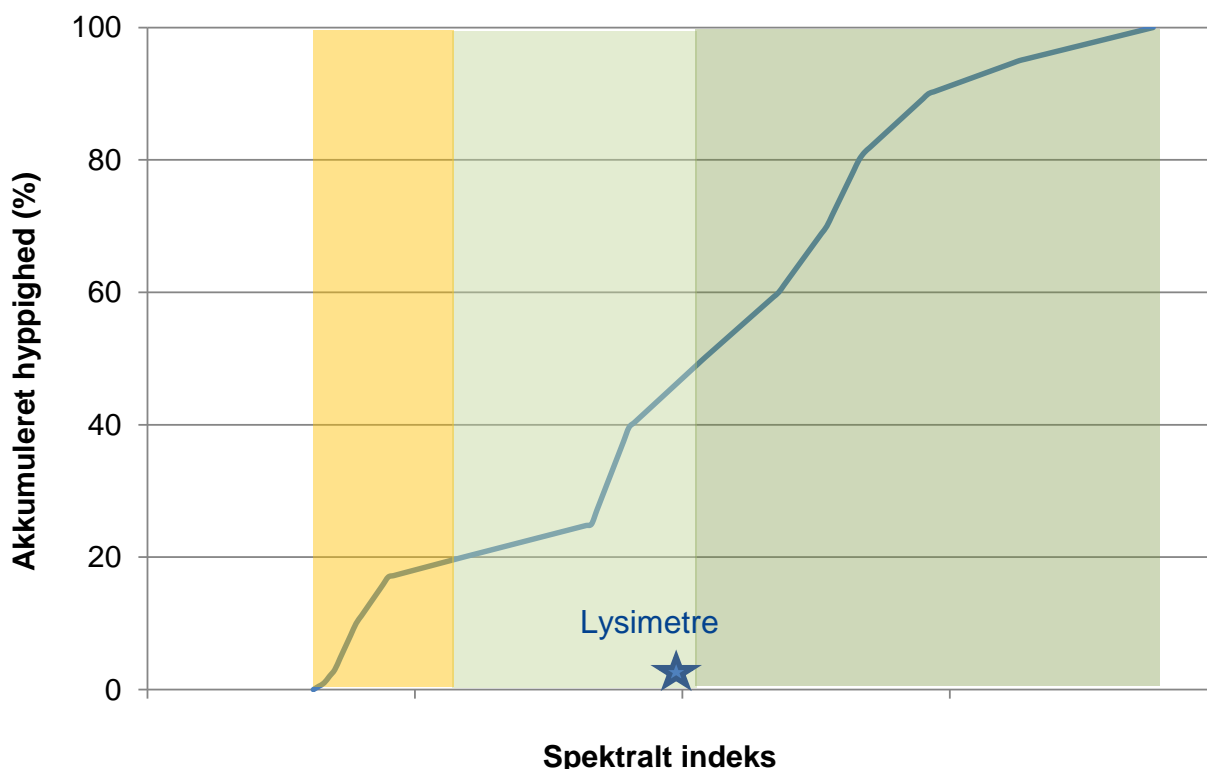
Overflade	Skaleringsfaktor F
Grus	1.1-1.2
Svag/klippet	0.9-1.0
Tæt/Normal	0.7-0.8

Eksempler på de tre overfladetyper er givet i Bilag 1.

Opdelingen af øen i tre typer overflader (Grus, Svag og Tæt) bør ske på basis af en spektral opmåling af øen i forsommeren. Ligesom AU gennem årene har målt vegetationsindeks i TDR reder og lysimetre, kan et spektralt kamera monteret på en drone optage billeder til et fuldstændigt kort over vegetationstætheden på Stige Ø.

Ud fra den spektrale kortlægning skal opdelingen skønnes og de tre arealer kvantificeres (figur 4). Der findes konsulentfirmaer med den nødvendige ekspertise og udstyr til at løse opgaven. Kontakt forfatterne for henvisning til relevante konsulenter.

AU (Anton Thomsen) kan evt. være behjælpelig med analysen af den spektrale fordeling til typefladeinddelingen.



Figur 4. Tænkt eksempel på akkumuleret hyppighed af observeret spektralt vegetationsindeks på Stige Ø, målt i forsommeren. Gult interval indikerer områder med lavt indeks (grusede arealer med samlet areal A_{Grus}). Lys grøn indikerer områder med mellemløjt indeks (svag/klippet vegetation, herunder lysimetrene, hvis indeks ligger i intervallets øvre ende). Mørk grøn er de højeste værdier af spektralt indeks, svarende til områder med tæt/normal vegetation og samlet areal $A_{Tæt}$.

Om skaleringsfaktorerne i Tabel 1 kan vi bemærke at:

- Faktorerne er ikke faste værdier, men intervaller. Det betyder også, at den første parentes i ligning (1) udgør et interval. Dette afspejler den usikkerhed, som vil være forbundet med estimater for vandbalancen på Stige Ø.
- Skaleringsfaktorerne afhænger af vegetationens tæthed men er uafhængige af områdernes hældning og orientering. I de første år efter opstart af måleprogrammet på Stige Ø var hældning en væsentlig faktor, idet der på de bare jordoverflader var en risiko for overfladisk afstrømning, som der skulle tages højde for. Det er vores indtryk, at overfladisk afstrømning efterhånden er neglignibel, fordi det tætte plantedække har fremmet en overflade, hvor nedbør let infiltreres. Vandbalancemodellering fra de seneste mange år støtter denne antagelse.

6. EFTERRATIONALISERING

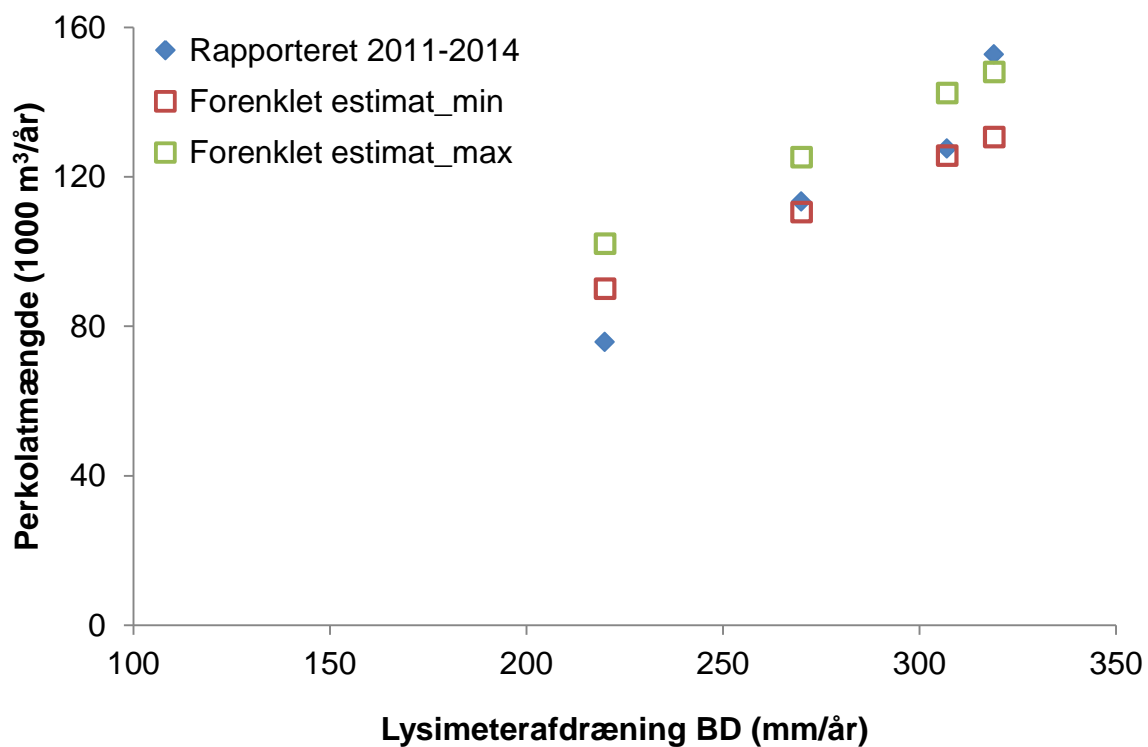
Hvad ville resultatet være, hvis vi brugte den forenkede beregningsmetode bagud i tid? Dét kan illustreres ved figur 5, der viser sammenhængen mellem observeret afstrømning fra lysimeter BD og rapporteret, hhv. estimeret perkolation for de seneste fire år. Det ses, at de rapporterede værdier generelt ligger indenfor eller nær intervallet, som er fremkommet ved, at den første parentes i ligning (1) er skønnet til intervallet 0.75-0.85.

I driftsåret med den laveste observerede afstrømning (år 2014) lå den rapporterede perkolatmængde under det estimerede interval (figur 5), men i 2014 blev den rapporterede perkolation relateret til lysimeter A, som vi nu ved har haft tendens til at underestimere perkolationen.

7. KOGEBOG

Vi anbefaler:

- Alle manuelle TDR målinger kan suspenderes. Ligeledes kan de automatiske TDR målinger i lysimetrene ophøre, men vi gør opmærksom på, at udstyret har en sådan alder, at det næppe kan 'genoplives' senere. TDR kabler og hardware kan tildels fjernes, men det er vigtigt, at der ikke bliver gravet rundt og forstyrret ved lysimetrene. Lad TDR prober blive siddende i lysimetrene.
- Den forenkede metode hviler alene på lysimetrene. Hav fokus på at sikre gode data for afstrømning fra lysimetrene.
- Til inddelingen i tre overfladetyper hyres et konsulentfirma, der i ultimo maj/primus juni 2016 vha. drone og spektralkamera kortlægger et spektralt vegetationsindeks (f.eks. RVI eller et andet egnet indeks) for øen. På basis af dette beregnes arealer for Grus, Svag vegetation og Tæt vegetation. Denne kortlægning kan gøres én gang og evt. gentages efter nogle år, hvis det skønnes at vegetationsfordelingen har ændret sig.
- Brug ligning (1) til at beregne samlet årlig perkolatmængde fra Stige Ø (før korrektion for nær-overfladisk afstrømning af vand).



Figur 5. Rapporteret perkolatmængde fra Stige Ø, relateret til den gennemsnitlige afdræning fra lysimeter B og D, for driftsårene 2011-2014. Desuden vises skønnede intervaller for perkolatmængder, fundet vha. den forenklede metode.

8. REFERENCER

Rambøll (2008). Notat. Nedsivningsfelter på Stige Ø. Rambøll Odense, Tore Pettersen, 2008-09-15.

Vandbalancerapporter (2003-2014). Vandbalanceberegninger. Femten rapporter fra Aarhus Universitet, Inst. for Agroøkologi. Kirsten Schelde og Anton Thomsen. Udarbejdet til Odense Renovation A/S i 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, og 2015.

BILAG 1: EKSEMPLER PÅ GRUS, SVAG OG TÆT VEGETATION

Grus og gruslignende flader (incl. grusstier):



Flader med svag eller klippet vegetation:





Flader med tæt/normal vegetation:





Bilag 4

Analyser på overfladevand, 2022

Odense Renovation A/S

Stof parameter	Dato	Ammoniak/ ammonium-N [mg/l]	BI5 [mg/l]	Chlorid [mg/l]	COD, total [mg/l]	Nitrogen,total [mg/l]	Phosphor, total-P
SØ1-RZ-05	05-01-2022	0,02	1	61	30	2,3	0,13
	03-02-2022	0,05	0,66	48	31	1,4	0,08
	07-03-2022	0,13	1,4	30	27	0,66	0,04
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	05-05-2022	0,05	0,77	22	25	1,1	0,07
	09-06-2022	0,02	0,5	22	21	0,84	0,09
	06-07-2022	0,02	<0,5	21	26	0,9	0,1
	08-08-2022	0,04	<0,5	22	22	0,8	0,13
	06-09-2022	0,09	0,67	22	21	0,92	0,17
	05-10-2022	0,02	1,6	21	23	0,86	0,09
	08-11-2022	<0,01	0,69	22	23	1,3	0,08
	22-12-2022	0,01	1	21	24	1,4	0,08
SØ2-RZ-05	05-01-2022	17	1,8	66	54	21	0,11
	03-02-2022	0,1	0,7	9600	120	1,7	0,8
	07-03-2022	69	3,6	140	96	58	0,06
	04-04-2022	17	1,1	79	48	20	0,1
	18-05-2022	97	3,7	310	180	84	0,16
	09-06-2022	80	3	280	200	94	0,22
	07-07-2022	39,58	4,4	340	190	80	0,18
	18-08-2022	14	1,8	340	1400	110	0,22
	06-09-2022	0,03	1,8	350	130	100	0,18
	05-10-2022	3,2	1,8	320	130	62	0,29
	08-11-2022	0,01	1	360	120	93	0,29
	22-12-2022	8,9	1,8	270	95	64	0,27


Stof parameter	Dato	Ammoniak/ ammonium-N [mg/l]	BI5 [mg/l]	Chlorid [mg/l]	COD, total [mg/l]	Nitrogen,total [mg/l]	Phosphor, total-P
SØ3-RZ-05	05-01-2022	0,01	0,99	5,8	19	1,5	0,41
	03-02-2022	0,11	1	7900	120	1,2	0,13
	07-03-2022	0,15	0,57	9500	74	1	0,24
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	-	-	-	-	-	-
	09-06-2022	-	-	-	-	-	-
	07-07-2022	0,19	1,6	140	27	6,4	1,5
	18-08-2022	0,05	2,3	140	8,7	10	2,6
	06-09-2022	0,09	2,5	130	13	18	3,8
	05-10-2022	0,11	6,6	75	16	16	2,4
	08-11-2022	0,12	3,8	80	18	21	3,6
	22-12-2022	-	-	-	-	-	-
SØ4-RZ-05	05-01-2022	-	-	-	-	-	-
	03-02-2022	2,4	6,6	4700	94	3,6	3,9
	07-03-2022	1,2	2,8	92	57	10	2,1
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	-	-	-	-	-	-
	09-06-2022	-	-	-	-	-	-
	07-07-2022	-	-	-	-	-	-
	18-08-2022	-	-	-	-	-	-
	06-09-2022	-	-	-	-	-	-
	05-10-2022	-	-	-	-	-	-
	08-11-2022	-	-	-	-	-	-
	22-12-2022	-	-	-	-	-	-

Stof parameter	Dato	Ammoniak/ ammonium-N [mg/l]	BI5 [mg/l]	Chlorid [mg/l]	COD, total [mg/l]	Nitrogen,total [mg/l]	Phosphor, total-P
SØ5-RZ-05	05-01-2022	-	-	-	-	-	-
	03-02-2022	0,66	0,51	4700	47	0,93	0,37
	07-03-2022	0,1	1,1	22	20	0,77	0,07
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	0,13	1,9	28	28	5,4	0,43
	09-06-2022	-	-	-	-	-	-
	07-07-2022	0,14	1,3	20	27	6,5	1,1
	18-08-2022	-	-	-	-	-	-
	06-09-2022	1,4	2,2	32	30	4,5	2,3
	05-10-2022	0,1	2,1	15	19	6,6	1,5
	08-11-2022	0,09	4,2	30	46	3,9	1,5
	22-12-2022	0,02	3	31	58	4,7	1,4
SØ6-RZ-05	05-01-2022	0,06	1,1	16	22	0,89	0,07
	03-02-2022	0,04	0,72	17	23	0,72	0,12
	07-03-2022	0,02	1,1	18	24	0,53	0,05
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	0,02	1,1	18	26	0,87	0,1
	09-06-2022	0,09	0,5	17	23	0,95	0,09
	07-07-2022	0,02	0,68	16	22	1,1	0,09
	18-08-2022	0,01	<0,5	17	220	1,4	0,08
	06-09-2022	0,01	1,1	16	16	1,4	0,1
	05-10-2022	0,01	0,91	13	16	1,1	0,08
	08-11-2022	<0,01	0,52	15	16	1,3	0,07
	22-12-2022	0,01	0,74	15	17	1,2	0,1

Stof parameter	Dato	Ammoniak/ ammonium-N [mg/l]	BI5 [mg/l]	Chlorid [mg/l]	COD, total [mg/l]	Nitrogen,total [mg/l]	Phosphor, total-P
SØ7-RZ-05	05-01-2022	0,02	1,3	13	28	0,96	0,21
	03-02-2022	0,01	0,77	12	27	0,94	0,29
	07-03-2022	2,4	0,97	19	24	2,3	0,1
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	9	0,78	54	42	11	0,17
	09-06-2022	1,1	0,91	47	34	8	0,14
	07-07-2022	6,1	0,74	50	39	11	0,18
	18-08-2022	4,7	0,62	50	420	7,2	0,17
	06-09-2022	4,4	0,79	50	38	9,9	0,17
	05-10-2022	4	0,71	48	40	8,2	0,24
	08-11-2022	0,52	0,62	45	35	7,9	0,18
	22-12-2022	0,02	1,1	50	31	5,8	0,21
SØ8-RZ-05	05-01-2022	0,06	1,2	11	22	3,8	0,67
	03-02-2022	0,06	0,83	1900	33	2,2	0,6
	07-03-2022	2,9	1,2	18	29	3,4	0,29
	04-04-2022	-	-	-	-	-	-
	18-05-2022	0,04	1	31	22	5,6	0,49
	09-06-2022	-	-	-	-	-	-
	07-07-2022	0,04	0,72	17	25	6,7	0,71
	18-08-2022	-	-	-	-	-	-
	06-09-2022	0,01	1,1	20	21	9,1	1,5
	05-10-2022	0,04	0,98	13	22	7,3	1,3
	08-11-2022	0,04	0,99	13	21	7,2	1,3
	22-12-2022	0,01	1,2	14	20	6,9	1,2

-: Intet vand i brønden.

Rød skrift markerer overskridelse af grænseværdi.

 Overfladevandet er tilført perkolatsystemet.

Bilag 5

Gennemsnitsværdier for koncentration i dannet perkolat, 2022

Odense Renovation A/S

Stofparameter	Enhed	Koncentration
Chlorphenoler	microg/l	0,06
Phenoler ¹	microg/l	0,55
Pesticider ²	microg/l	0,69
Forskellige fysisk-kemiske parametre		
Ammoniak+ammonium-N	mg/l	146,40
Bromid	mg/l	1,99
Calcium	mg/l	228,59
Carbon, org. TOC	mg/l	210,99
Chlorid	mg/l	585,48
Hydrogencarbonat	mg/l	1866,67
Jern	mg/l	20,50
Kalium	mg/l	132,78
Magnesium	mg/l	89,67
Mangan	microg/l	1003,78
Natrium	mg/l	382,16
Nitrat-N,filt.	mg/l	1,32
Nitrogen,total	mg/l	152,72
Phosphor, total-P	mg/l	1,75
Sulfat	mg/l	66,65
Blødgørere ³	microg/l	0,59
Olie-benzinkomponenter ⁴	microg/l	1,83
Alkylphenolforbindelser ⁵	microg/l	0,00
PAH ⁶	microg/l	0,14
Lineære alkylbenzensulfonater		
Alkylbenzensulfonat	mg/l	0,21
Samleparametre		
Carbon,org,NVOC	mg/l	78,84
Chlor,org,AOX	mg/l	0,142
EOX	microg/l	1,34
Tungmetaller		
Bly	microg/l	2,04
Chrom	microg/l	4,01
Nikkel	microg/l	21,34

¹2,3-dimethylphenol, 2,4-dimethylphenol, 2,5-dimethylphenol, 2,6-dimethylphenol, 2-methylphenol, 3,4-dimethylphenol, 3,5-dimethylphenol, 3-methylphenol, 4-methylphenol, phenol.

²AMPA, Atrazin, Dinoseb, DNOC, Dichlorprop, Glyphosat, MCPA, Mechlorprop, Simazin.

³DEHP, Dibuthylphthalat, Diethylphthalat, diisononylphthalate, di(2-ethylhexyl)adip, Benzylbutylphthalat.

⁴Benzen, Ethylbenzen, M+P xylen, Naphtalen, O-xylen, Toluen, Methylnaphthalen.

⁵Nonylphenol(NP1EO), Nonylphenol(NP2EO), Nonylphenoler,

⁶Acenaphthen, Acenaphthylen, Antracenen, Benz(a)anthracenen, Benz(a)pyren, Cysen/triphenylen, Dibenz(ah)anthracenen, Fluoranthenen, Fluorenen, Phenanthrenen, Pyrenen.

Bilag 6

Recipientbelastning, 2022

Odense Renovation A/S

Stofparameter	Enhed	Mængde 2022
Chlorphenoler	g	5,8
Phenoler	g	48
Pesticider	g	69
Forskellige fysisk-kemiske parametre		
Ammoniak+ammonium-N	kg	14.722
Bromid	kg	157
Calcium	kg	20.195
Carbon, org. TOC	kg	20.791
Chlorid	kg	48.870
Hydrogencarbonat	ton	182
Jern	kg	1.907
Kalium	kg	13.013
Magnesium	kg	8.543
Mangan	kg	89
Natrium	kg	34.645
Nitrat-N, filt.	g	104.165
Nitrogen, total	kg	6.950*
Phosphor, total-P	kg	167
Sulfat	kg	4.461
Blødgørere	g	55
Olie-benzinkomponenter	g	217
Alkylphenolforbindelser	g	-
PAH	g	15,7
Lineære alkylbenzensulfonater		
Alkylbenzensulfonat	g	21.651
Samleparametre		
Carbon,org,NVOC	kg	8.666
Chlor,org,AOX	kg	14
EOX	g	131
Tungmetaller		
Bly	g	214
Chrom	g	432
Nikkel	g	2.076

*For nitrogen total er belastningen opgjort på baggrund af detaljerede, måneds- og sektionsvise data, mens øvrige stoffer er opgjort som middelværdier. Se desuden afsnit 7.2 i rapporten.

Bilag 7

Principper for beregninger og dataflow til beregning af opsamlingsgrad

Odense Renovation A/S

