

FORSLAG - TILLÆG 11

Haderslev Kommune
Teknik og Klima
Christian X's Vej 39
6100 Haderslev

Tlf. 7434 3434
www.haderslev.dk

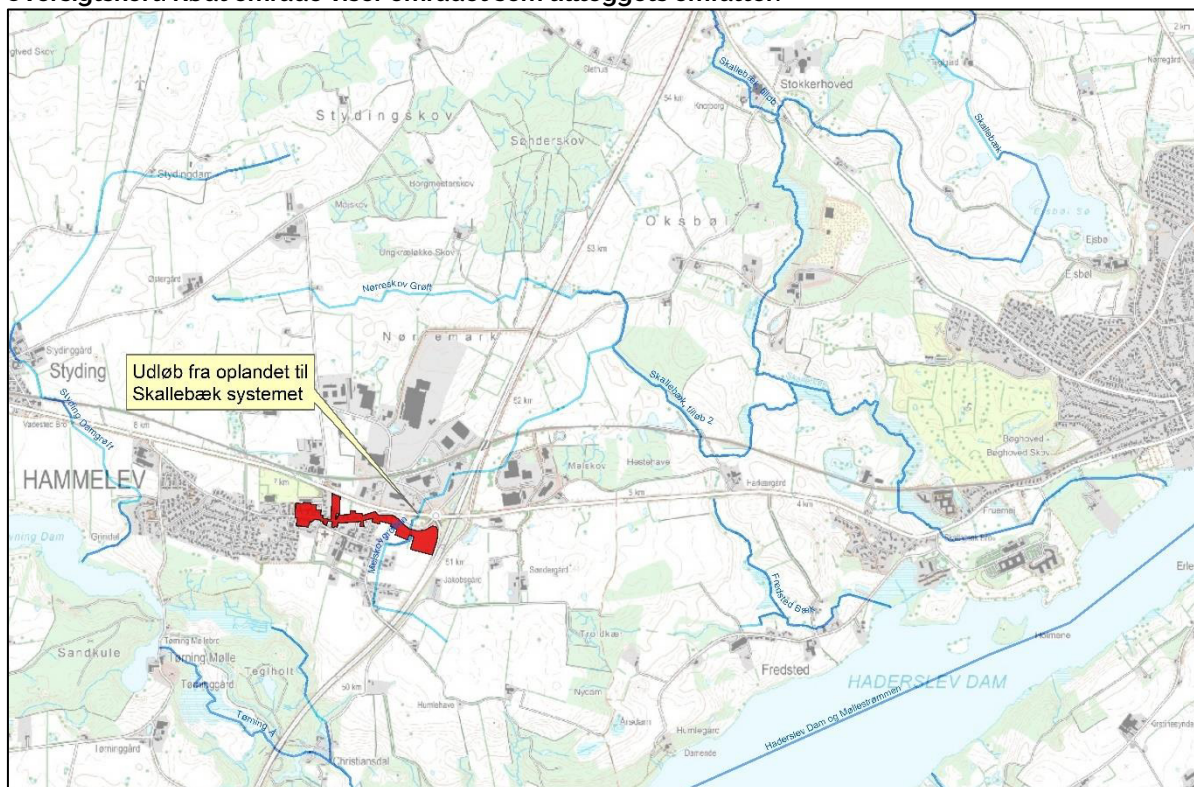
xx. xx. 202x • Sagsident: 25/7333

Tillæg nr. 11 - spildevandsplan 2021-2042 – Nyt serviceområde Hammelev, samt separatkloakering af delstrækning af Hammelev Bygade og Erik Eriksens Vej 1, samt etablering af et rense- og forsinkelsesbassin for det separatkloakerede regnvand.

Indledning

I forbindelse med forslag til kommuneplantillæg nr. 4-2021 og Lokalplan 15-5 Dagligvarebutik og erhvervsområde ved Hammelev, udarbejdes dette tillæg til spildevandsplan 2021-2042. For samtidig at fremtidssikre spildevandshåndteringen i denne del af Hammelv by, foreslås det at en mindre delstrækning af Hammelev Bygade medtages i dette tillæg, som et samlet kloakopland. Kloakoplandet foreslås separatkloakering som fremtidig kloakeringform, med afledning af det separatkloakerede overfladevand til Haderslev Dam via Skallebæk vandløbssystemet via et rense- og forsinkelsesbassin. Se kort nr. 1.

Oversigtskort: Rødt område viser området som tillæggets omfatter.



Status

Opland A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb er fælleskloakeret.

Opland A98-5, A98-6 er ukloakeret.

De fælleskloakerede oplande er på i alt 4,2 hektar. Regnvandet afledes til Vojens renseanlæg og ved større regnskyl afledes en del af regnvandet via overløb til Haderslev Dam via Skallebækken. Overløb sker fra overløbsbygværk UA1201F. Udledningen af regnvandet fra bygværkerne er opblandet med urensset spildevand.

Plan

Opland A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb, planlægges for separatkloakering.

Opland 98-5 og 98-6, nykloakeres som separatkloak.

Alle oplandene udledes til Haderslev Dam via Melskovgrøften og Skallebæk. Udledninger af regnvand vil ske gennem nyt rense- og forsinkelsesbassin. Se løsningsforslag i bilag 2.

Ifølge Kommuneplan 2021 og kommeplantillæg nr. 4-2021 indeholder tillægget følgende planrammer for benyttelse – institution og offentlige områder, centerområde, erhvervsområde, landzone, boligområde, samt område for tekniske anlæg. Planrammen for befæstelse for oplandet, er samlet set på 69 %, svarende til 4,9 hektar planmæssig befæstelse. Se tabel 1.1.

Tabel 1.1: Planrammer

Oplands nr.	Planramme	Hektar	Befæstelsesgrad %	Planbefæstelse hektar
A13-1db	Institution og off. områder	0,78	90 [*]	0,70
A13-1fb	Centerområde	1,07	50	0,54
A13-1h	Erhvervsområde	0,62	69	0,43
A13-1jb	Landzone	0,05	80 ^{**}	0,04
A13-1gb	Boligområde	1,68	60 ^{***}	1,01
A98-5	Centerområde	0,88	75 ^{****}	0,66
A98-6	Tekniske anlæg	1,96	75	1,47
I alt	Tillæg 11	7,04	69	4,85

^{*}Kun bygninger og skolegård indgår derfor 90% mod normalt 45%.

^{**}Kun bygninger og indkørsel.

^{***}Meget stort vejareal indgår derfor 60%, mod normalt 30-40%.

^{****}Centerområder normalt 90-95%, Lokalplan 75%.

Der planlægges for anlæggelse af et nyt rense- og forsinkelsesbassin for det separatkloakerede overfladevand, udledningsnummer UA1303R. Der reserveres areal til bassinet med dette tillæg og planlagt placering er angivet med et **IB** på kort nr. 1.

Projektbeskrivelse

- De eksisterende fælleskloakoplande A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb separatkloakeres.
- Opland A98-5 og A98-6 udlægges som nyt separatkloak opland i forbindelse med byggemodning.
- Anlæggelse af et rense- og forsinkelsesbassin, bestående af
 - et filteranlæg på minimum 2.425 m² med en filterdybde på minimum 1,0 m, hvor vand nedsiver gennem til underliggende dræn der leder vandet ud af bassinet.
 - et forsinkelsesvolumen på ca. 2.500 m³, som sikrer, at vandet kan neddrøsls til et afløbstal på 3,8 l/s.

Bassinet er angivet med **IB** på kort nr. 1.

Projektet planlægges til udførsel i perioden 2025-2039.

Den planmæssige belastning af Vojens renseanlæg reduceres med ca. 12.000 m³/år.

Miljøforhold

Når projektet er gennemført, vil det separatloakerede overfladevand blive udledt via et rense- og forsinkelsesbassin til Haderslev Dam via Skallebækken.

Tabel 1.2: Ændring i belastning til Skallebæk, Stevning Dam og samlet til Haderslev Dam.

		Vand m ³ /år	COD kg/år	Bl5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Stevning Dam		-10.630	-121	-14	-23	-2,0
Skallebæk		+24.530	+110	+8	-58	-6,0
I alt Haderslev Dam		+13.900	-1	+7	-81	-8,0

Miljøberegningerne skal læses som en vurdering af de forventede effekter, der kan forudses på planlægningstidspunktet ud fra tilgængelig planmæssig viden. Se bilag 1, for de enkelte vandområder.

Økonomi

Tillægget har samlede udgifter på ca. 10 mio. kr.:

- Separering af eksisterende fælleskloak ved Hammelev Bygade ca. 5,0 mio. kr.
- Ledninger til/fra regnvandsbassinet ca. 2,3 mio. kr.
- Rense- og forsinkelsesbassin ca. 2-3 mio. kr.

Påvirkning af ejendomme

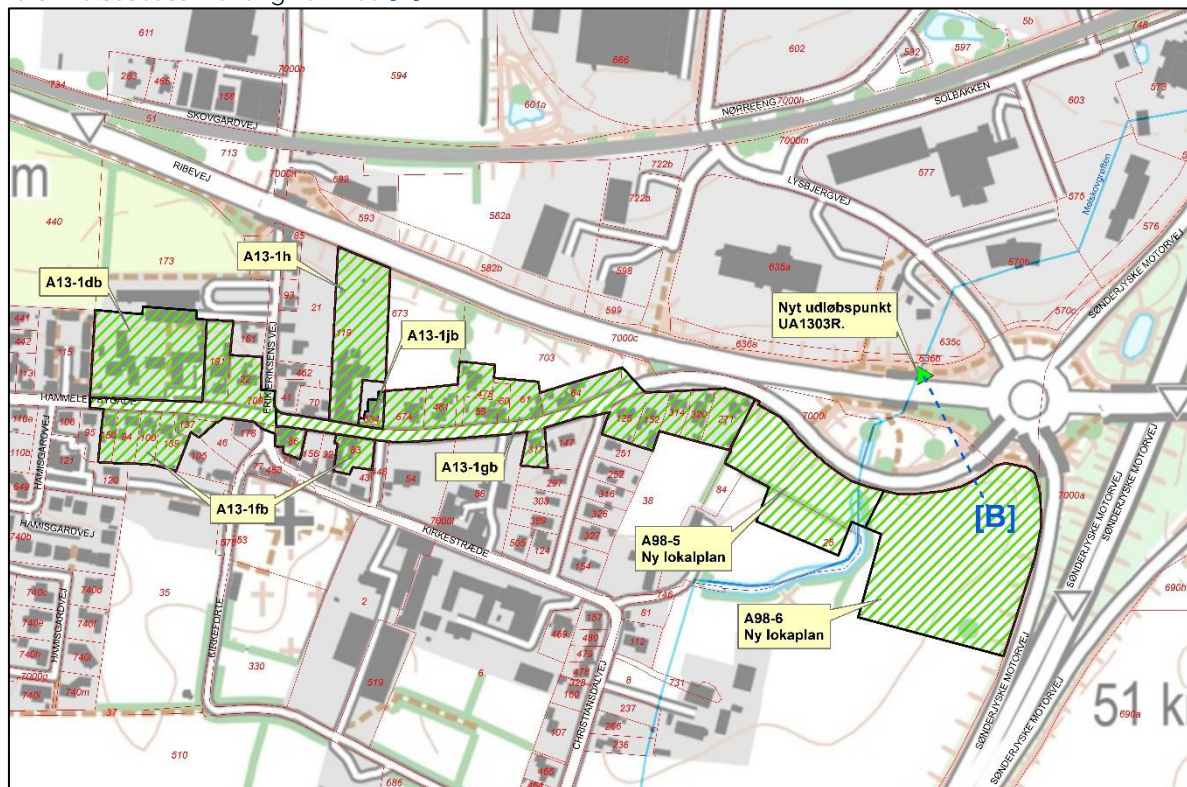
Følgende ejendomme kan forvente at skulle afstå jord eller få pålagt en servitut vedrørende spildevandsanlæg og adgangsret.

Matrikelnr.	Ejertav	Bemærkning
8	Hammelev Ejertav, Hammelev	BAT-regnvandsbassin og regnvands- og spildevandsledninger.
25	Hammelev Ejertav, Hammelev	Regnvands- og spildevandsledninger.
7000c	Hammelev Ejertav, Hammelev	Regnvandsledninger
7000i	Hammelev Ejertav, Hammelev	Regnvands- og spildevandsledninger.

Nærværende tillæg giver det juridiske grundlag til at foretage nødvendig rådighed over arealer samt tinglysninger i forbindelse med etablering af spildevandsanlæg, herunder spildevandsledninger og bassiner.

Kort nr. 1:

Områder der skal separatkloakeres med dette tillæg, er grønskraverede. Planlagt placering af et rense- og forsinkelsesbassin er angivet med **[B]**.



BILAG 1

Status for planmæssig miljøpåvirkning af regnvandsudledninger.

Stevning Dam	Opland	Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Vojens renseanlæg* overfladevand	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb	12.130	138	16	27	2,4
Vojens renseanlæg sanitært spildevand fra 164 PE.	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb	6.510	74	9	14	1,3
Vojens renseanlæg overfladevand	A98-5, A98-6	0	0	0	0	0
Vojens renseanlæg sanitært spildevand fra 0 PE.	A98-5, A98-6	0	0	0	0	0
I alt		18.640	212	25	41	3,7

Skallebæk	Opland	Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Fælles, RBU, UA1201F	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb	3.700**	666	111	44	7,4
Dyrkede arealer***	A98-5, A98-6	-	-	-	48	1,1
I alt		3.700	666	111	92	8,5

Haderslev Dam		Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Stevning Dam		18.640	212	25	41	3,7
Skallebæk systemet		3.700	666	111	92	8,5
I alt Haderslev Dam		22.340	878	136	133	12,2

Plan miljøpåvirkning af regnvandsudledninger.

Stevning Dam	Opland	Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Vojens renseanlæg* overfladevand	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb	0	0	0	0	0
Vojens renseanlæg sanitært spildevand fra 164 PE.	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb	6.510	74	9	14	1,3
Vojens renseanlæg overfladevand	A98-5, A98-6	0	0	0	0	0
Vojens renseanlæg fra 100 PE processpildevand.****	A98-5, A98-6	1.500	17	2	4	0,4
I alt		8.010	91	11	18	1,7

Skallebæk	Opland	Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Separat med BAT- regnvandsbassin*****	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb, A98-5, A98-6	28.230	776	119	34	2,5
I alt		28.230	776	119	34	2,5

Haderslev Dam		Vand m ³ /år	COD kg/år	BI5 kg/år	Total N kg/år	Total P kg/år
Stevning Dam		8.010	91	11	18	1,7
Skallebæk systemet		28.230	776	119	34	2,5
I alt Haderslev Dam		36.240	867	130	52	4,2

* Beregnet med 0% indsvivning. Feltmålinger er udført og her er der registreret - at der ikke er observeret indsvivende vand i status i det eksisterende kloakopland. Korrigeret med et tillæg på 3,7 % i forhold til gennemsnitlig årlig nedbør

målt på Haderslev renseanlæg i perioden 1978-2022. Udfra SVK landsregnerække. Den andel af nedbøren der ender i regnvandskloakken pr. år. er 582 mm. Dette er i stedet for Haderslev by regnserien på 558 mm pr. år. Beregningen er fratrukket overløbsmængden.

**Forholdsmæssig andel af overløb beregnet ud fra alle tilsluttede oplande til overløbsbygværk U1201F.

*** Landbrugsarealer, 17,8 Kvælstof (kg/ha/pr. år), 0,4 Fosfor (kg/ha/pr. år), kilde: Center for Miljø og Energi, Videnskabelig rapport nr. 352

****På baggrund af de fremtidigt forventede virksomheder i det nye lokalplanområde, vurderes den fremtidige belastning i PE at være 50 PE. Da en stor del af afledningen vil bestå af processpildevand fra virksomheder og da processpildevand normalt har et noget højere indhold af forurenende stoffer målt som PE i forhold til almindeligt sanitært spildevand, vurderes det, at den fremtidigt årlige afledning til Vojens renseanlæg ikke vil overstige 1.500 m³ per. år.

*****Beregnet på baggrund af: "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner", Aalborg Universitet, 2012.".

Anlægsløsning udledning og rensning af overfladevand.

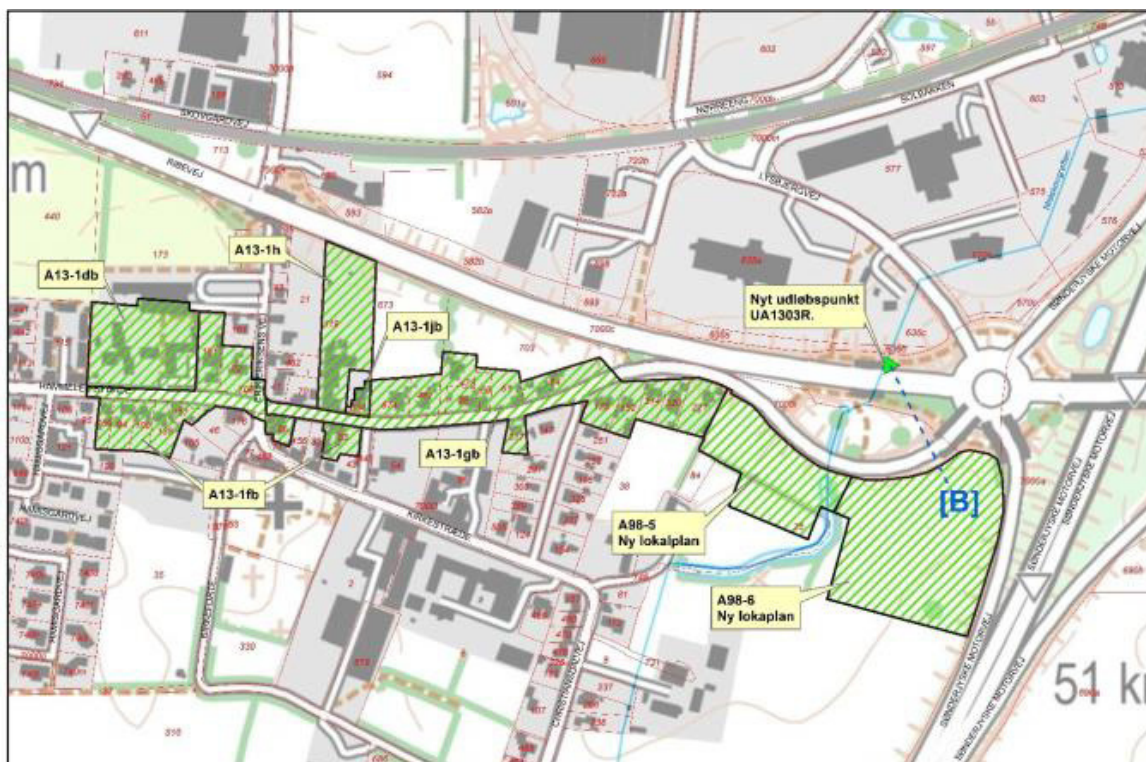
HADERSLEV KOMMUNE

VURDERING AF UDLEDNING AF MILJØ- FARLIGE STOFFER TIL TILLØB TIL SKAL- LEBÆK

UDLEDNING IFM. SPILDEVANDSTILLÆG 11

Dato: 2025-03-31

KLIK OG SKRIV FORTROLIGHED





Projektnavn: Udledning af MFS ifm. vedtagelse af spildevandstillæg 11
WSP projektnr.: 22006647
Projektleder: Anja Thrane Hejselbæk Thomsen
Udarbejdet af: Amanda Bojer Pedersen og Sofie Amalie Olesen
Kvalitetssikret af: Anja Thrane Hejselbæk Thomsen
Godkendt af: Peter Bornhardt

INDHOLD

1	FORUDSÆTNINGER.....	8
1.1	KLOAKOPLANDSOPLYSNINGER	8
1.1.1	Stofkoncentrationer i vandet jf. RegnKvalitet.....	8
1.1.2	Stofkoncentrationer i separatregnvand jf. typetalsrapporten	9
1.2	UDVALG AF STOFFER I VANDFASEN	11
1.3	UDVALG AF STOFFER I SEDIMENT	12
1.4	STOFKONCENTRATIONER I REGNVANDET – INDLØBSKONCENTRATIONER.....	14
1.5	VÅDT REGNVANDBASSIN-RENSEGRADER	15
1.6	VANDLØBSOPLYSNINGER OG BEREKNINGSFORUDSÆTNINGER.....	16
1.6.1	Miljøtilstanden i de modtagende vandområder	16
1.6.2	Vandløbsoplysninger	18
1.6.3	Årsmiddelnedbør	19
1.7	I FORVEJEN FOREKOMMENDE KONCENTRATIONER.....	20
2	BEREGNINGSMETODER	25
2.1	RESULTERENDE KONCENTRATION IFT. DET GENERELLE MILJØKVALITETSKRAV.....	26
2.2	RESULTERENDE KONCENTRATION IFT. DET MAKSIMALE MILJØKVALITETSKRAV	26
2.3	VED OVERSKRIDELSE AF DEN I FORVEJEN FOREKOMMENDE KONCENTRATION	27
2.4	BEREGNING AF RESULTERENDE KONCENTRATIONSSTIGNING I SEDIMENT	28
3	UDLEDNING FRA PLANSCENARIET.....	29
3.1	BEREGNING AF DEN RESULTERENDE KONCENTRATION IFT. DET GENERELLE MKK – VANDFASEN	29
3.2	BEREGNING AF DEN RESULTERENDE KONCENTRATION IFT. DET MAKSIMALE MKK - VANDFASEN	31
3.3	BEREGNING AF DEN RESULTERENDE KONCENTRATION I SEDIMENT	33
3.4	KONKLUSION	35
4	MULIG RENSELØSNING	36
5	NEDSTRØMS RECIPIENTER.....	37
5.1	MILJØFARLIGE STOFFER – SØVAND	37
5.2	MILJØFARLIGE STOFFER – KYSTVAND	37
6	OPSAMLING.....	41

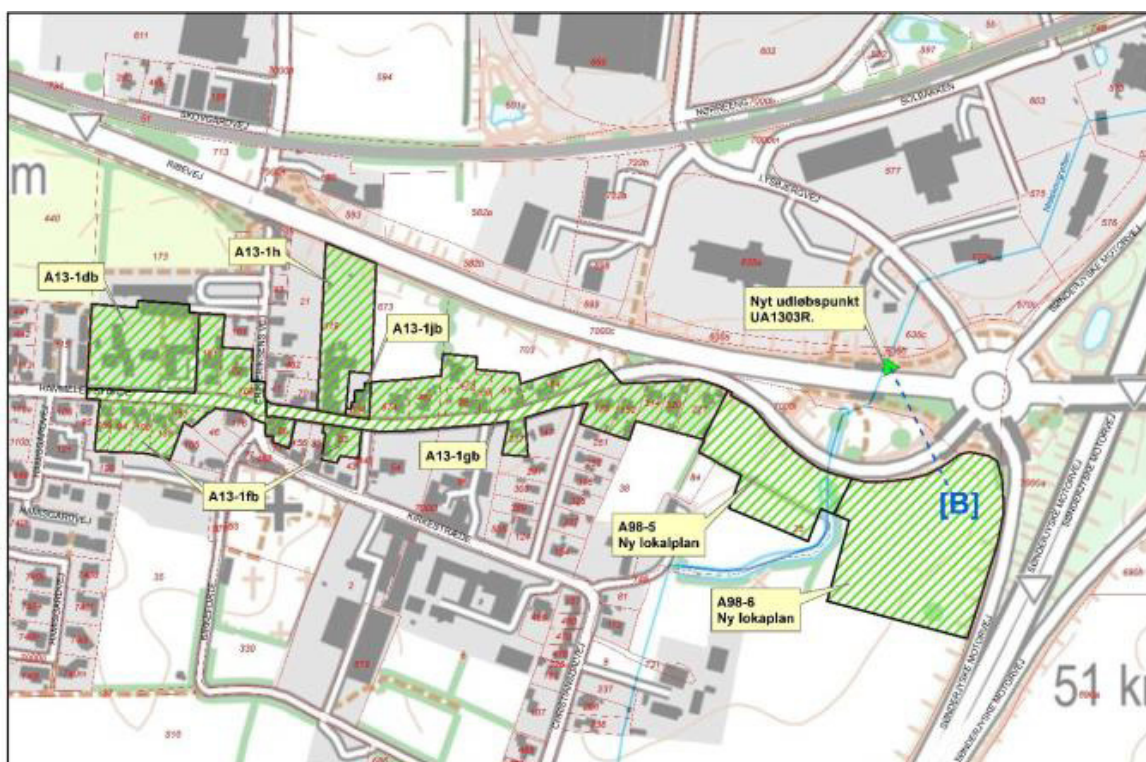
BILAG

Bilag 1: Resultater fra DHI' RegnKvalitet.

Bilag 2: Rensning i grønne filterløsninger.

VURDERING AF MILJØFALRIGE STOFFER

I forbindelse med vedtagelse af spildevandstillæg 11 "Nyt serviceområde Hammelev, samt separatkloakering af delstrækning af Hammelev Bygade og Erik Eriksens Vej 1, samt etablering af vådt regnvandsbassin for det separatkloakerede regnvand." udarbejdes denne vurdering af udledningen af miljøfarlige stoffer til Tilløb til Skallebæk via udløbspunkt UA130R.



Figur 1 Oversigtskort over kloakoplande, spildevandstillæg 11 omhandler. Billedet er fra spildevandstillæg nr. 11. 'B' symboliserer bassinplacering.

Statusscenarie

Kloakopland A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb er i statusscenariet fælleskloakerede, mens de to nye kloakoplande A98-5 og A98-6 er ukloakerede. Regnvandet fra de befæstede arealer afledes til Vojens renseanlæg. I forbindelse med større regnhændelser afledes en del af overløbsvandet til Tilløb til Skallebæk, der har afløb til Haderslev Dam. Overløb sker fra overløbsbygværk UA1201F.

Planscenarie

De fælleskloakerede oplande A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A13-1jb, A13-1gb vil i planscenariet blive separatkloakerede, mens de to nye kloakoplande A98-5 og A98-6 ligeledes vil blive separatkloakerede.

Regnvandet fra de befæstede arealer vil blive renset i et vådt regnvandsbassin inden det udledes til Tilløb til Skallebæk via udløbs nr. UA130R. Tabel 1 opsummerer oplandstyper, arealer og befæstelsesgrader fra spildevandstillæg nr. 11.

Tabel 1 Oplandsoplysninger fra spildevandstillæg 11.

Oplands nr.	Planramme	Oplandsstørrelse [ha]	Befæstelsesgrad %	Planbefæstelse [ha]
A13-1db	Institution og offentlige områder	0,78	90	0,7
A13-1fb	Centerområde	1,07	50	0,54
A13-1h	Erhvervsområde	0,62	69	0,43
A13-1jb	Landzone	0,05	80	0,04
A13-1gb	Boligområde	1,68	60	1,01
A98-5	Centerområde	0,88	75	0,66
A98-6	Tekniske anlæg	1,96	75	1,47
Total	-	7,04	-	4,85

1 FORUDSÆTNINGER

Til vurderingen af om den nye udledning vil medføre tilstandsforringelse i Tilløb til Skallebæk eller hindre målopfyldelse i vandløbet benyttes en række forudsætninger, som gennemgås i de følgende afsnit.

1.1 Kloakoplandsoplysninger

Til fastsættelse af hvilke stoffer overfladevandet fra kloakopblandende kan indeholde, er DHI's RegnKvalitets-regneark benyttet.

Det er undersøgt, hvilke aktiviteter kloakoplandende har og derefter er det vurderet, hvilken overfladekategori i RegnKvalitet som oplandet passer bedst til. Resultatet fremgår af Tabel 2.

Tabel 2 Input til RegnKvalitet.

Overfladekategori	Reduceret areal [ha]	Kloakoplands nr.	Beskrivelse af overfladekategori
P-pladser	1,47	A98-6	Parkeringspladser med mere end 20 pladser.
Lave boligområder	1,048	A13-1jb og A13-1gb	Villaområder/parcelhuskvarter inkl. villavej.
Høje boligområder	2,3248	A13-1db, A13-1fb, A13-1h, A98-5	Høje boligområder med lejlighedskomplekser, kontorer og institutioner inkl. mindre veje og tilhørende p-pladser.
Total	4,8	-	-

1.1.1 Stofkoncentrationer i vandet jf. RegnKvalitet

Til udvalgt af, hvilke stoffer, der skal beregnes den resulterende koncentration i Tilløb til Skallebæk benyttes DHI's RegnKvalitets regneark samt en vurdering af, hvilke stoffer separat regnvand indeholder i højere koncentrationer end miljøkvalitetskravet (MKK).

RegnKvalitetsarket beregner at følgende stoffer ikke kan overholde MKK for ferske recipienter i urensset form:

Tabel 3 Beregnede stofkoncentrationer i vandet fra befæstede oplande vha. RegnKvalitet.

Stof	Indløbskoncentration jf. RegnKvalitet [µg/l]	MKK Generelt [µg/l]	MKK Maks [µg/l]
Kobber	19	1,48	2,48
Zink	140	9,4	10
Benz(a)pyren	0,018	0,00017	0,27
Fluoranthren	0,082	0,0063	0,12
Pyren	0,068	0,0046	0,023
DEHP	5,2	1,3	-
Bisphenol A	0,54	0,1	10
Bly	6,4	1,2	14

1.1.2 Stofkoncentrationer i separatregnvand jf. typetalsrapporten

Det bemærkes at RegnKvalitet ikke har medtaget så mange stoffer og derfor er Miljøstyrelsens Typetalsrapport også gennemgået for problematiske stoffer, der er udvalgt på baggrund af koncentrationer i separat regnvand, der i urensset tilstand overskrider miljøkvalitetskravene.

Tabel 4 Sammenligning mellem stofkoncentrationer og miljøkvalitetskrav i vandfasen for stoffer undersøgt i Miljøstyrelsens typetalsrapport.

Stof	Indløbskoncentration Regnvand [µg/l]	Miljøkvalitetskrav [µg/l]	
		Generelt miljøkvalitetskrav	Maksimumkoncentration
Aluminium	1500,00	-	-
Antimon	0,80	113	177
Arsen	1,3	4,3	43
Barium	12	36	145
Bly	4	1,2**	14
Bor	21	94*	2080*
Cadmium	0,07	3,81	160
Chrom	4	3,4	17
Kobber	9	1,48	2,48
Kobolt	0,40	0,28*	18*
Kviksølv	0,03*	-	0,07
Molybdæn	# (0,6/3,1)	67	587
Nikkel	4	4	34
Selen	0,9***	0,1*	31*
Sølv	# (0,6/6)	0,017* (bk:0,3)	0,36* (bk:0,3)
Thalium	# (0,2/-)	0,48*	1,2*
Tin	1,10	2	20
Uran	0,07	0,015*	2,3*
Vanadium	2,60	4,2	57,9
Zink	130	9,4	10
1-methyl-napthalen	# (0,026/0,08)	$\Sigma = 0,12$ ****	$\Sigma = 2$ ****
2-methyl-napthalen	# (0,022/0,1)	$\Sigma = 0,12$ ****	$\Sigma = 2$ ****
Benzen	# (0,022/-)	10	50
Bisphenyl	0,0012	-	-
Dimethylnaphthalener	i.a.	$\Sigma = 0,12$ ****	$\Sigma = 2$ ****
Ethylbenzen	# (0,04/0,17)	20	180
Methylnaphthalen	# (0,027/0,08)	-	-
Moskusxylener	# (0,05/-)	0,11	
Naphthalen	0,007	2	130
p-Ter-butyl-toluen	#	-	-
Toluen	0,11	-	-
Trimethylmaphtalener	i.a.	$\Sigma = 0,12$ ****	$\Sigma = 2$ ****
Xylen	# (0,05/0,6)	-	-
4-n-octylphenol	#	-	-
4-Nonylphenol	#(0,005/-)	0,3	2
Bisphenol A	0,08	0,1	10

Nonylphenol-diethoxylater (NP2EO)	#	-	-
Nonylphenoler	0,04	-	-
Nonylphenol-monoethoxylater (NP1EO)	#	-	-
Phenol	0,2	7,7	310
1,4-Dichlorbenzen	#	-	-
2,5-Dichloranilin	#	-	-
Hexachlorbenzen	#(0,02/-)	-	0,05
Pentachlorbenzen	#(0,007/-)	0,007	-
2,4,6-Trichlorphenol	# (0,025/-)	1	160
2,4+2,5-Dichlorphenol	#	-	-
2,4-Dichlorphenol	# (0,025/-)	0,2	20
4-Chlor-3- methylphenol	# (0,025/-)	-	-
Pentachlorphenol	# (0,025/-)	0,4	1
1-Methylpyren	#	-	-
2-Methylphenanthren	0,003	-	-
2-Methylpyren	#	-	-
Acenaphthen	# (0,005/0,02)	3,8	3,8
Acenaphthylen	# (0,006/0,02)	1,3	3,6
Antracen	0,005	0,1	0,1
Benz(a)anthracen	0,004	0,012	0,018
Benz(a)fluoren	0,0016	-	-
Benz(ghi)perylene	0,007	-	-
Benz[a]pyren	0,004	0,00017	0,27
Benzfluranthen b+j+k	0,012	-	-
Benzo(e)pyren	0,006	-	-
Crysen/triphenylen	0,011	-	-
Dibenz(ah)anthracen	0,001	0,0014	0,018
Dibenzothiophen	#	-	-
Dimethylphenanthren	#	-	-
Fluoranthren	0,013	0,0063	0,12
Fluoren	# (0,005/0,02)	2,3	21,2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,006	-	-
Perylen	#	-	-
Phenanthren	0,01	1,3	4,1
Pyren	0,015	0,0046	0,023

Kilde til indløbskoncentration: Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger.

Kilde til miljøkvalitetskrav: Bek 796 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

*Kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

** Dette kvalitetskrav gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

*** Værdien er ifølge Typetalsrapporten usikkert bestemt.

**** Grænseværdi for sum af methylnaftalener (PAH), herunder: 1-methylnaftalen, 2-methylnaftalen, dimethylnaftalen og trimethylnaftalen
Ifølge Typetalsrapporten er datagrundlaget ikke tilstrækkeligt til at beregne et typetal efter den i Typetalsrapporten anvendte metode, så for at anvende bedst mulige oplysningsgrundlag for beregningerne er middel- og maksimumsværdien for Miljøstyrelsens datagrundlag angivet (middel/maks)

I.a. Stoffet er ikke analyseret som en del af NOVANA for separate regnvandsudledninger

Stofferne markeret med rød i Tabel 4 overskrider MKK i urensset koncentration, og udvælges derfor til videre analyse.

Stofgruppen methylnaftalener er vanskelig at vurdere, eftersom grænseværdien for disse stoffer omfatter summen af fire stoffer - 1-methylnaftalen, 2-methylnaftalen, dimethylnaftalen og trimethylnaftalen. For disse fire foreligger der kun kendte indløbskoncentrationer for 1-methylnaftalen og 2-methylnaftalen, mens stofferne dimethylnaftalen og trimethylnaftalen ikke indgår i Miljøstyrelsens overvågningsprogram for regnbetingede udledninger. Summen af middelværdierne for 1-methylnaftalen og 2-methylnaftalen overstiger ikke miljøkvalitetskravet, men eftersom der ikke er kendte koncentrationer for de resterende to methylnaftalener, er der ikke viden om, hvorvidt summen overstiger miljøkvalitetskravene. Med udgangspunkt i nærværende datagrundlag vurderes det dog ikke muligt at foretage vurderinger af effekten af udledning af methylnaftalenerne.

1.2 Udvalg af stoffer i vandfasen

På baggrund af udvælgelsen af stoffer i afsnit 1.1.1 og afsnit 1.1.2, vil der blive redegjort for udledningen af de stofkoncentrationer, der fremgår af Tabel 5, samt de oplyste indløbskoncentrationer i tabellen. Koncentrationer med fodnoten "1" stammer fra MST typetalsrapport, mens koncentrationer med fodnoten "2" stammer fra RegnKvalitets regnearket.

For de stoffer, som "RegnKvalitet" har medtaget, er disse indløbskoncentrationer anvendt i det videre arbejde. Data fra "RegnKvalitet" er valgt, fordi belastningen af MFS varierer som følge af, hvilke typer belægninger det befæstede areal i oplandet har, og programmet "RegnKvalitet" korrigerer for dette.

Tabel 5 Opsummering af udvalgte stoffer til videre undersøgelse.

Stof	Indløbskoncentration [µg/l]	MKK Generelt [µg/l]	MKK Maks [µg/l]
Bly	6,4 ²	1,2**	14
Chrom	4 ¹	3,4	17
Kobber	19 ²	1,48	2,48
Kobolt	0,4 ¹	0,28*	18*
Nikkel	4 ¹	4	34
Selen	0,9***1	0,1*	31*
Sølv	# (0,6/6) ¹	0,017* (bk:0,3)	0,36* (bk:0,3)
Uran	0,007 ¹	0,015*	2,3*
Zink	140 ²	9,4	10
Pentachlorbenzen	#(0,007/-) ¹	0,007	-
Benz(a)pyren	0,018 ²	0,00017	0,27
Fluoranthren	0,082 ²	0,0063	0,12
Pyren	0,068 ¹	0,0046	0,023
DEHP	5,2 ²	1,3	-
Bisphenol A	0,54 ¹	0,1	10

Kilde til indløbskoncentration:

1: Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger.

2: DHI RegnKvalitet.

Kilde til miljøkvalitetskrav: Bek 796 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

*Kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

** Dette kvalitetskrav gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

*** Værdien er ifølge Typetalsrapporten usikkert bestemt.

Ifølge Typetalsrapporten er datagrundlaget ikke tilstrækkeligt til at beregne et typetal efter den i Typetalsrapporten anvendte metode, så for at anvende bedst mulige oplysningsgrundlag for beregningerne er middel- og maksimumsværdien for Miljøstyrelsens datagrundlag angivet (middel/maks)

1.3 Udvalg af stoffer i sediment

For at vurdere hvilke stoffer, der kan give anledning til negativ påvirkning af sediment i Tilløb til Skallebæk og evt. nedstrømsliggende vandområder, er det undersøgt, hvor der er sammenfald med stoffer, som Miljøstyrelsen har medtaget i typetalsrapporten og stoffer som har et miljøkvalitetskrav i forhold til sediment jf. Bek 796. Oversigten er præsenteret i Tabel 6. Stoffer markeret med rød, tages med til videre analyse.

Tabel 6 Oversigt over stoffkoncentratioer i separatregnvand med Miljøkvalitetskrav til sediment.

Stof	Indløbskoncentration [µg/l]	Miljøkvalitetskrav Sediment [µg/kg TS]
Aluminium	1500,00	-
Antimon	0,80	-
Arsen	1,3	-
Barium	12	-
Bly	4	163
Bor	21	-
Cadmium	0,07	3,8
Chrom	4	-
Kobber	9	-
Kobolt	0,40	-
Kviksølv	0,03*	-
Molybdæn	# (0,6/3,1)	-
Nikkel	4	-
Selen	0,9***	-
Sølv	# (0,6/6)	30xf _{oc}
Tellur	i.a.	-
Thalium	# (0,2/-)	-
Tin	1,10	-
Uran	0,07	-
Vanadium	2,60	23,6*
Zink	130	-
1-methyl-napthalen	# (0,026/0,08)	$\Sigma = 0,478 \times f_{oc}$
2-methyl-napthalen	# (0,022/0,1)	$\Sigma = 0,478 \times f_{oc}$
5-tert-butyl-2,4,6-trini-tro-m-xylen	i.a.	-
Benzen	# (0,022/-)	-
Bisphenyl	0,0012	-
Dimethylnaphthalener	i.a.	$\Sigma = 0,478 \times f_{oc}$
Ethylbenzen	# (0,04/0,17)	-

isopropylbenzen	i.a.	-
m+p-Xylen	i.a.	-
Methylnaphthalen	# (0,027/0,08)	-
Moskusxylener	# (0,05/-)	-
Naphthalen	0,007	$2,76 \times f_{oc}$
o-Xylen	i.a.	-
p-Ter-butyl-toluen	#	-
Toluen	0,11	-
Trimethylmaphtalener	i.a.	$\Sigma = 0,478 \times f_{oc}$
Xylen	# (0,05/0,6)	-
4-n-octylphenol	#	-
4-Nonylphenol	#(0,005/-)	-
Bisphenol A	0,08	-
Nonylphenol-diethoxylater (NP2EO)	#	-
Nonylphenoler	0,04	-
Nonylphenol-monoethoxylater (NP1EO)	#	-
Phenol	0,2	-
1,4-Dichlorbenzen	#	-
2,5-Dichloranilin	#	-
Hexachlorbenzen	#(0,02/-)	-
Pentachlorbenzen	#(0,007/-)	-
2,4,6-Trichlorphenol	# (0,025/-)	-
2,4+2,5-Dichlorphenol	#	-
2,4-Dichlorphenol	# (0,025/-)	-
4-Chlor-3- methylphenol	# (0,025/-)	-
Pentachlorphenol	# (0,025/-)	-
1-Methylpyren	#	-
2-Methylphenanthren	0,003	-
2-Methylpyren	#	-
Acenaphthen	# (0,005/0,02)	-
Acenaphthylen	# (0,006/0,02)	-
Antracen	0,005	$\Sigma = 0,478 \times f_{oc}$
Benz(a)anthracen	0,004	-
Benz(a)fluoren	0,0016	-
Benz(ghi)perylene	0,007	-
Benz[a]pyren	0,004*****	-
Benzfluranthen b+j+k	0,012	-
Benzo(e)pyren	0,006	-
Crysen/triphenylen	0,011	-
Dibenz(ah)anthracen	0,001	-
Dibenzothiophen	#	-
Dimethylphenanthren	#	-
Fluoranthren	0,013	-
Fluoren	# (0,005/0,02)	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,006	-
Perylen	#	-
Phenanthren	0,01	-

Pyren	0,015	-
-------	-------	---

Kilde til indløbskoncentration: Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger.

Kilde til miljøkvalitetskrav: Bek 796 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

*Kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

** Dette kvalitetskrav gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

*** Værdien er ifølge Typetalsrapporten usikkert bestemt.

**** Grænseværdi for sum af methylnaftalener (PAH), herunder: 1-methylnaftalen, 2-methylnaftalen, dimethylnaftalen og trimethylnaftalen

Ifølge Typetalsrapporten er datagrundlaget er ikke tilstrækkeligt til at beregne et typetal efter den i Typetalsrapporten anvendte metode, så for at anvende bedst mulige oplysningsgrundlag for beregningerne er middel- og maksimumsværdien for Miljøstyrelsens datagrundlag angivet (middel/maks)

I.a. Stoffet er ikke analyseret som en del af NOVANA for separate regnvandsudledninger

foc er fraktion af organisk kulstof i sedimentet. Hvis indholdet af organisk kulstof i det givne sediment er ukendt, kan en EU-standardværdi for sedimentets indhold af organisk kulstof på 5 % anvendes.

Udvalgte stoffer til videre analyse

Stoffer der undersøges i forhold til den resulterende påvirkning af sediment i Tilløb til Skallebæk med tilhørende indløbskoncentrationer til bassinet fremgår af Tabel 7.

Tabel 7 Opsummering af udvalgte stoffer og dertilhørende koncentrationer i overfladevandet.

Stof	Indløbskoncentrationer jf. [µg/l]
Bly	6,4 ²
Cadmium	0,07 ¹
Sølv	0,6 ¹
Vanadium	2,6 ¹
Naphtalen	0,007 ¹
Antracen	0,005 ¹

Stoffer markeret med ¹ stammer fra Miljøstyrelsens Typetalsrapport, mens stoffer markeret med ² stammer fra RegnKvalitetsarket, bilag 1.

1.4 Stofkoncentrationer i regnvandet – indløbskoncentrationer

Det er de samme stofkoncentrationer i overfladevandet som udvalgt i afsnit 1.3, der benyttes til vurderingen af om MKK for sediment kan overholdes.

De udvalgte stoffer, tilhørende koncentrationer i urensset tilstand samt MKK fremgår af Tabel 8.

Tabel 8 Opsummering af udvalgte stoffer, stofkoncentrationer og miljøkvalitetskrav.

Stof	Indløbskoncentration [µg/l]	Miljøkvalitetskrav Sediment [µg/kg TS]
Bly	6,4 ²	163
Cadmium	0,07 ¹	3,8
Sølv	# (0,6/6) ¹	30xf _{oc}
Vanadium	2,6 ¹	23,6*
Naphtalen	0,007 ¹	2,76 × f _{oc}
Antracen	0,005 ¹	Σ = 0,478 × f _{oc}

Kilde til indløbskoncentration:

1: Typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger.

2: DHI RegnKvalitet.

Kilde til miljøkvalitetskrav: Bek 796 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

*Kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

** Dette kvalitetskrav gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

*** Værdien er ifølge Typetalsrapporten usikkert bestemt.

f_{oc} er fraktion af organisk kulstof i sedimentet. Hvis indholdet af organisk kulstof i det givne sediment er ukendt, kan en EU-standardværdi for sedimentets indhold af organisk kulstof på 5 % anvendes.

1.5 Vådt regnvandsbassin-reNSEgrader

Overfladevandet fra kloakoplandende planlægges i udgangspunktet at blive rensset i et vådt regnvandsbassin dimensioneret efter BAT (Best available technology). Nærværende notat undersøger om et vådt regnvandsbassin er en tilstrækkelig rensning, så miljøkvalitetskrav i recipienterne kan overholdes. Renser det våde regnvandsbassin ikke tilstrækkeligt, redegøres der for den nødvendige reNSEgrad.

De udvalgte stoffer, reNSEgrader og indløbskoncentrationer benyttes i kapitel 3. Udledning fra planscenariet, hvor den resulterende koncentration beregnes, og der redegøres for om udløbskoncentrationer overholder det generelle- og det maksimale miljøkvalitetskrav samt resulterende koncentrationer i vand og sediment. I Tabel 9 er de benyttede reNSEgrader for et vådt regnvandsbassin opsummeret med de udvalgte stoffer. ReNSEgraderne der fremgår af tabellen, er fundet på separatvand.dk i notatet: Våde bassiner til rensning af separat regnvand – Baggrundsrapport. ReNSEgraderne er oplyst i intervallen, hvorfor der er lavet en ekspertvurdering af, hvilken værdi der er den mest repræsentative.

Tabel 9 Opsummering benyttede reNSEgrader.

Stof	Indløbskoncentration [µg/l]	ReNSEgrad [%] Vådt regnvandsbassin
Bly	6,4	70
Chrom	4	85
Kobber	19	75
Kobolt	0,4	50
Nikkel	4	50
Selen	0,9***	10
Sølv	# (0,6/6)	60
Uran	0,007	70

Zink	140	75
Pentachlorbenzen	#(0,007/-)	80
Benz(a)pyren	0,018	80
Fluoranthen	0,082	80
Pyren	0,068	80
DEHP	5,2	80
Bisphenol A	0,54	80
Cadmium	0,07	50
Vanadium	2,6	40
Naphtalen	0,007	80
Antracen	0,005	85

1.6 Vandløbsoplysninger og beregningsforudsætninger

I det kommende afsnit beskrives vandområdets miljøtilstand og målsætning, oplysninger om Tilløb til Skallebæk, årsmiddelnedbøren i området samt akkumuleringen af den i forvejen forekommende koncentration i Tilløb til Skallebæk, der benyttes til at beregne den resulterende koncentration.

1.6.1 Miljøtilstanden i de modtagende vandområder

Efter udledningen fra bassinet udledes det rensede vand til Tilløb til Skallebæk, hvorefter vandet afledes til Skallebæk, der har udløb til søen Haderslev Dam. Haderslev Dam udleder til Haderslev Fjord, der ligger i hovedoplandet til Lillebælt/Jylland.

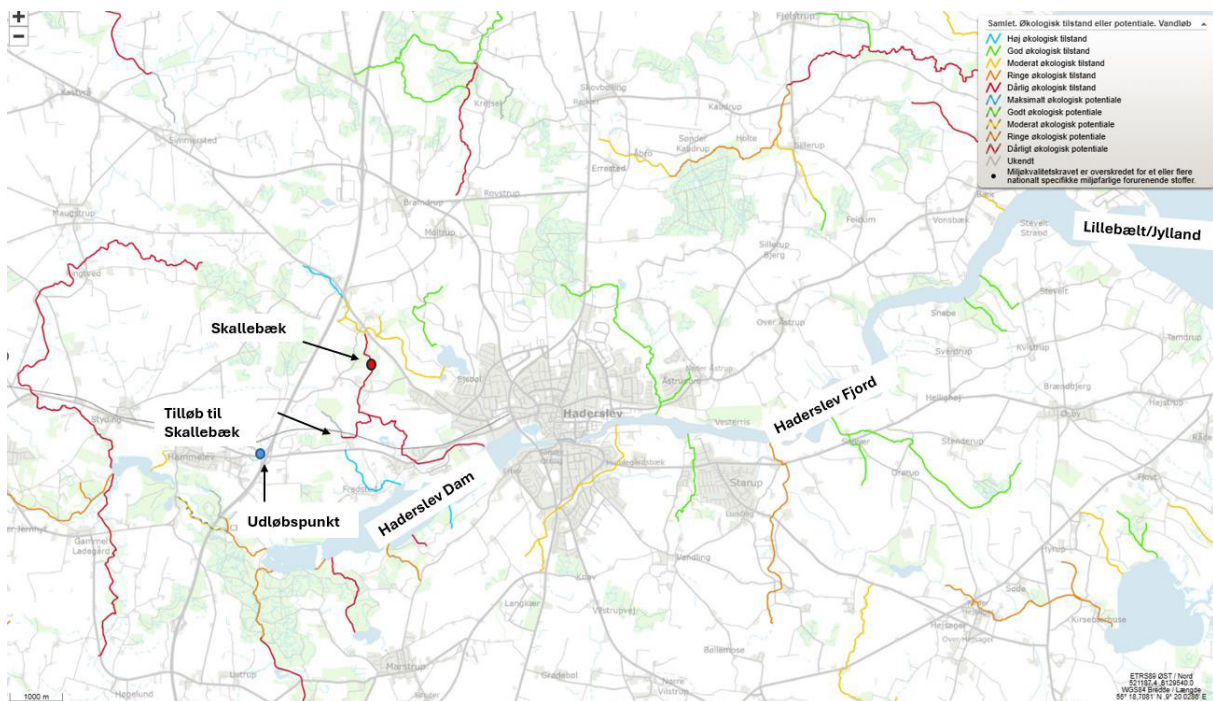
Tabel 10 Opsummering af vandområdernes økologiske- og kemiske miljømål.

Recipient	Økologisk miljømål	Kemisk miljømål
Tilløb til Skallebæk	God økologisk tilstand	God kemisk tilstand
Skallebæk	God økologisk tilstand	God kemisk tilstand
Haderslev Dam	God økologisk tilstand	God kemisk tilstand
Haderslev Fjord	God økologisk tilstand	God kemisk tilstand
Lillebælt/Jylland	God økologisk tilstand	God kemisk tilstand

Af Figur 2 fremgår recipienternes placering og den økologiske tilstand i Tilløb til Skallebæk. Bassinets udløbspunkt er markeret med en blå prik, mens den første del af Tilløb til Skallebæk, der er rørlagt, er vist med en blå streg. Udledningen sker til en ikke målsat del strækning, hvorfor vi både undersøger påvirkningen lige i udløbet og starten af den målsatte strækning.



Figur 2 Oversigtskort der viser bassinudløbspunkt, den rørlagte strækning og Tilløb til Skallebæk.



Figur 3 Oversigtskort af recipienternes placering og den økologiske tilstand i Tilløb til Skallebæk og Skallebæk.

Som det fremgår af Figur 2 og Figur 3 er den første del af strækningen af Tilløb til Skallebæk 'Ukendt økologisk tilstand', mens den nederste del af tilløbet er 'Dårlig økologisk tilstand'.

Tabel 11 Den økologiske- og kemiske tilstandsvurdering i recipienterne – i parentes står tilstanden for hhv. nationalspecifikke stoffer og kemisk tilstand jf. genbesøget af Vandplan 3. Kilden hertil er Vandplandata.dk

Recipient	Økologisk tilstand	Kemisk tilstand	Stoffer, der er årsag til manglende målopfyldelse ift., miljøfarlige stoffer
Tilløb til Skallebæk, DKRI-VER4457	Ukendt/dårlig (ikke god)	Ukendt (god)	Zink
Tilløb til Skallebæk, DKRI-VER3393	Ukendt/dårlig (ikke god)	Ukendt (god)	Zink
Skallebæk, DKRIVER3224	Dårlig (ikke god)	Ukendt (god)	Zink
Skallebæk, DKRIVER4240	Dårlig (god)	Ukendt (god)	
Haderslev Dam, DKLAKE115	Dårlig (ikke god)	God (ikke god)	Arcen, chrom, vanadium, nikkel, benz(a)pyren, kviksølv
Haderslev Fjord, DKCOAST106	Dårlig (ikke god)	Ikke-god (ikke god)	Nikkel, Antracen, Cadmium, Benz(a)pyren, Tributyltin, Arsen, Chrom, Phenanthren, Pyren
Lillebælt/Jylland	Ringe	Ikke-god	Tributyltin, Cadmium, Nikkel, Benz(a)pyren, Arsen, Chrom

Det fremgår af Tabel 11, at det er stofferne nikkel, cadmium, benz(a)pyren og tributyltin der er årsag til manglende kemisk målopfyldelse for Haderslev Fjord og Lillebælt/Jylland. For Haderslev Fjord er det også stoffet ant-racen, der er årsag til den manglende kemiske målopfyldelse.

I Tilløb til Skallebæk er det stoffet zink, der er årsag til den manglende målopfyldelse.

1.6.2 Vandløbsoplysninger

For at kunne beregne den resulterende koncentration i vandløbet, er det nødvendigt at kende vandløbets vandføring og årlige gennemstrømning.

I dette tilfælde sker udledningen langt opstrøms i et system, som først er målsat med krav om god kemisk og økologisk tilstand længere nedstrøms jf. Figur 2.

Det er i samarbejdet med Haderslev Kommunes spildevandsmyndighed vurderet, at almindeligt belastede separate regnvandsudledninger – som er fokus for denne vurdering - i udgangspunktet ikke er omfattet af Bekendtgørelse nr. 1433 af 21/11/2017 om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder. Det står i bekendtgørelsens § 1, stk. 2, nr. 1, at der gives tilladelse til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande eller havområder, bortset fra almindeligt belastede separate regnvandsudledninger. Bekendtgørelse nr. 1433 stiller krav til overholdelse af en række kvalitetskrav til forurenende stoffer i alle recipienter, der modtager udledninger jf. denne bekendtgørelse.

Selvom almindeligt belastede separate regnvandsudledninger er undtaget af Bekendtgørelse nr. 1433, er det dog fortsat nødvendigt at overholde bestemmelserne i Indsatsbekendtgørelsen, bekendtgørelse nr. 797 af 13/06/2023 om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter i medfør af lov om vandplanlægning, jf. lovbe-kendtgørelse nr. 126 af 26. januar 2017. Og det er således fortsat nødvendigt at overholde

miljøkvalitetskravene fastsat i Bekendtgørelse nr. 796 af 13/06/2023 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. Denne bekendtgørelse præsenterer kriterier for overholdelse af god økologisk tilstand og god kemisk tilstand for overfladevand i form af et kvalitetskriterium svarende til den højeste koncentration af et bestemt forurenende stof eller gruppe af forurenende stoffer i vand, sediment eller biota.

Disse kriterier vurderes således at berøre vandområder målsat i forhold til god kemisk og økologisk tilstand. Herved foretages beregningerne af påvirkningen i recipienten i nærværende analyse med udgangspunkt i oplysningerne for det første målsatte vandområde – her det mest opstrøms område med målsætning i Tilløb til Skallebækken – se Figur 2.

Til beregning af den resulterende koncentration i Tilløb til Skallebæk er der benyttet følgende vandløbsoplysninger:

Tabel 12 Opsummering af vandløbsoplysninger i forhold til udløbspunktet fra bassinet.

Udløb	Vandløbsopland til udløbspunkt [km ²]	Middelvandføring [L/s/km ²]	Års vandføring [L/år]	Udløb bassin [L/s]	Red udløbsopland [ha]	Års udledning [m ³ /år]
Målsatte del	7,95	14,1	3,71E+09	3,92	4,8	4,01E+07

Vandoplandet i punktet, hvor Tilløbet til Skallebæk bliver målsat, er jf. Scalgo 4,43 km², mens DMU oplandet er ca. 7,95 km². det er undersøgt, hvor der er uoverensstemmelser, og det fremgår her, at nogle primære strømningsveje ikke er ført under veje og lignende, hvorved vandet føres på vejene og for langt nedstrøms i systemet. Dette er en kendt fejl i urbane områder, hvorved DMU-oplandet vurderes som det mest korrekte. Middelvandføringen i Skallebæk er fundet til 14,1 L/s/km² jf. rapporten 'Afstrømningsforhold i danske vandløb' fra Miljø- og Energiministeriet år 2000.

Udløbet fra bassinet er beregnet på baggrund af krav fra vandløbsmyndigheden om at afløbstallet til Tilløb til Skallebæk skal være 0,8 l/s/befæstet ha og at det reducerede opland er 4,8 ha.

1.6.3 Årsmiddelnedbør

Årsmiddelnedbøren i Hammelev er fundet vha. SVK Regionale Regnrækkeværktøj vers. 4.1. Ved at indtaste koordinaterne for bassinet (6122089, 525344) fås en årsmiddelnedbør på 829 mm.

Det er vurderet at den årlige fordampning på befæstede arealer som oplandet består af, er 120 mm (konservativt vurderet ud fra en gennemsnitsbetragtning om et initialtab på 0,6 mm), hvilket giver en nettonedbør på 709 mm.

1.7 I forvejen forekommende koncentrationer

Miljøstyrelsen har ifm. revidering af tilstandsvurderingerne i Vandområdeplanerne 3 (Vandområdeplaner 2021-2027) modelleret nye stofkoncentrationer i den målsatte del af Tilløb til Skallebæk. Det fremgår af vandplandata.dk, at de modellerede koncentrationer af stoffer, der fremgår af Tabel 13, er modelleret pba. målinger foretaget i 2024. De oplyste koncentrationer er hvad Miljøstyrelsen forventes målbare i recipienten. Der gøres opmærksom på at de oplyste stofkoncentrationer på vandplandata.dk er maks. modellerede værdier.

Tabel 13 Modellerede koncentrationer fra vandplandata.dk for den målsatte strækning af Tilløb til Skallebæk.

Stof	Kategorisering	Modelleret koncentration [µg/l]
Kobber	Nationalt specifikt stof	0,77
Zink	Nationalt specifikt stof	10,85
Bly		0,00178
Nikkel		0,262
Cadmium		0,0070

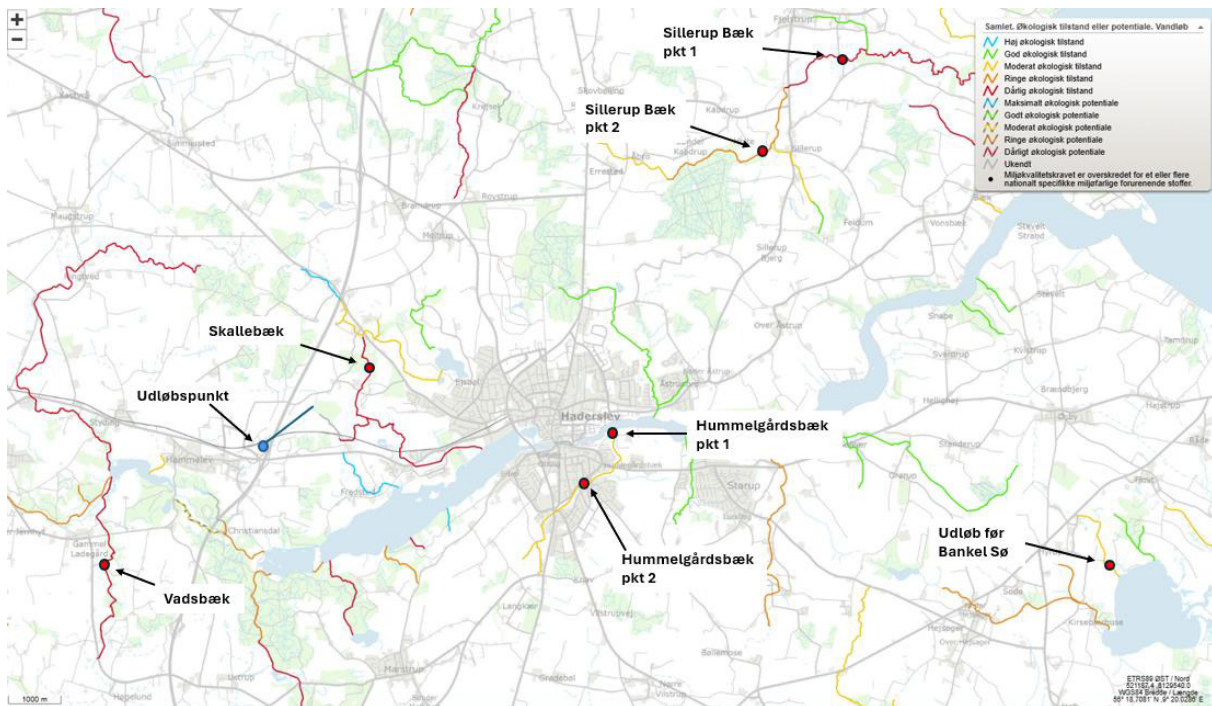
Det bemærkes, at der således ikke er tilstrækkelig viden til at kunne fastlægge den i forvejen forekommende koncentration for alle stoffer, og derfor foretages der ekstrapolation fra mest repræsentative målinger for hvert enkelt stof. Dette er i nærværende analyse gjort ved først at undersøge mulighederne i nærliggende repræsentative vandløb. Er der ikke brugbare resultater ved denne metode, undersøges andre målinger i Haderslev Kommune, og er der heller ikke her resultater undersøges det, om der nationalt findes målinger, og findes der heller ikke nationale målinger antages den i forvejen forekommende koncentration at være lig miljøkvalitetskravet.

Målinger i omkringliggende vandløb

Da der ikke foreligger konkrete målinger af stofkoncentrationer i Tilløb til Skallebæk, og den i forvejen forekommende koncentration i vandløbet derfor ikke kan fastsættes, er det undersøgt om omkringliggende vandløb har fået foretaget målinger for de øvrige udvalgte stoffer, der ikke er fastlagte gennem modellering. En gennemgang af målestationer i området på kemidata.dk viser, at der er målt for følgende stoffer bly, zink, kobber, nikkel og chrom i det omkringliggende område til Tilløb til Skallebæk i fem målestationer. Målestationernes placering fremgår af Figur 4 og information om det dertilhørende vandløb fremgår af Tabel 14.

Tabel 14 oplysninger på vandløb, der har målestationer.

Prøvested/ID	Sted	Opland [km²]	Procentdel af vandopland, der er by
70000140	Hummelgårdsbæk pkt.1	8,98	28%
37000775	Hummelgårdsbæk, pkt. 2	6,54	19%
37000039	Sillerup Bæk, Vadbro Pkt. 1	32,18	0,5%
37000511	Sillerup Bæk, Ved vejbro Pkt. 2	19,26	0%
37000803	Vadsbæk	12,02	0%



Figur 4 Oversigtskort over udvalgte vandløb. Målestationers placering er vist med en rød prik. Udløbspunktet er markeret med en blå prik og den rørlagte strækning er vist med en blå streg.

Det fremgår af Tabel 14 at det er vandløbet ”Hummelgårdsbæk pkt 1” ved målestationen med id ”70000140”, der vurderet på baggrund af procentmæssigt byopland vil have de mest repræsentative målinger, og som kan benyttes som den i forvejen forekommende koncentration for Tilløb til Skallebæk.

Det procentmæssige byopland indenfor vandløbsoplandet til målepunktet for Hummelgårdsbæk er 28%, mens det for udløbspunktet i Tilløb til Skallebæk jf. Scalgo er fastsat til 27%.

Tabel 15 viser den beregnede middelværdi for stofferne bly, zink, kobber, nikkel og chrom i de 5 udvalgte målestationer. Middelværdierne er beregnet på baggrund af målinger foretaget i perioden år 2020 til og med år 2025. Antallet af målinger pr. stof pr. målestation varierer mellem 4 og 110 resultater.

Tabel 15 Middelværdien for de fem stoffer i de fem udvalgte vandløb.

Prøvested/ID	Sted	Bly [µg/l]	Zink [µg/l]	Kobber [µg/l]	Nikkel [µg/l]	Chrom[µg/l]
70000140	Hummelgårdsbæk pkt. 1	0,028	2,25	0,42	0,50	0,067
37000775	Hummelgårdsbæk, pkt 2	0,034	6,4	1,75	2,2	0,3
37000039	Sillerup bæk, Vadbro	0,056	1,64	1,03	0,95	0,068
37000511	Sillerup Bæk, Ved vejbro	0,028	1,16	1,53	2,3	0,31
37000803	Vadsbæk	0,057	2,4	1,75	4	0,27

Da der ikke er foretaget målinger for alle de udvalgte stoffer i Hummelsgårdsbæk, stations id 70000140 er det besluttet at undersøge, hvilke målinger, der kan findes for de resterende stoffer i alle vandløb i Haderslev Kommune.

Målinger i Kommunen

Undersøgelsen af antallet af målestationer i vandløb i Haderslev Kommune, hvor der er målt for de udvalgte stoffer i vandfasen, viste at der målinger i 12 stationer. På baggrund af stofkoncentrationer målt i de 12 målestationer i perioden år 2020 til år 2025 er en middelværdi for hvert stof beregnet. Da der for enkeltstoffer har været en overvejende andel af prøver, hvor stofkoncentrationen har været målt under analysens detektionsgrænse, er det besluttet at beregningen af middelværdien medtager prøveresultater, der er lig med eller under detektionsgrænsen. Koncentrationerne er medtaget som værende svarende til detektionsgrænsen, selvom koncentrationen potentielt kan være under eller lig med 0.

Det fremgår Tabel 16, hvor stor en andel af prøverne, der er målt over detektionsgrænsen.

Tabel 16 Beregnede middelstofkoncentrationer på kommunalt niveau.

Kommunalt	Antal prøver over DL	Antal prøver total	Periode	IFFK [µg/l]
Bly	56	108	2020-2025	0,04
Zink	74	89	2020-2024	1,8
Kobber	90	89	2020-2024	1,09
Nikkel	108	108	2020-2025	1,61
Chrom	70	89	2020-2024	0,135
Pentachlorbenzen	6	6	2021	0,01
DEHP	1	51	2024	0,11
Bisphenol A	1	31	2024	0,011

Nationale målinger

Da det ikke har været muligt at finde måle koncentrationer for stofferne benz(a)pyren, fluoranthen kobolt, pyren, selen, sølv og uran i Haderslev Kommune, er det undersøgt om der findes målinger på nationalt niveau. Det fremgår af Tabel 17, at der i perioden år 2021-2014 er målt mellem 363 og 395 prøver for benz(a)pyren, fluoranthen og pyren

Tabel 17 Beregnede middelstofkoncentrationer på nationalt niveau.

Nationalt	Antal prøver over DL	Antal prøver total	Periode	IFFK [ug/l]
Benz(a)pyren	25	363	2021-2022	0,005
Fluoranthen	18	395	2021-2024	0,01
Pyren	20	371	2021-2024	0,01

For alle ovenstående stoffer, er det gældende, at over 5-7 % af de målte koncentrationer ligger over detektionsgrænsen, og ved antagelse om, at alle koncentrationer under detektionsgrænsen kan sættes lig detektionsgrænsen, bliver den resulterende middelkoncentration lig detektionsgrænsen.

Modellerede koncentrationer fra genbesøget af Vandområdeplan 3 (2021-2027)

Da der foreligger modelberegninger af konventionerne af følgende metaller: bly, kobber, zink, nikkel og cadmium i Tilløb til Skallebæk, benyttes disse koncentrationer som den i forvejen forekommende koncentration i Tilløb til Skallebæk.

Cadmium er ikke et udvalgt stof, hvorfor det ikke tages med til videre analyse.

En sammenligning af de modellerede koncentrationer med de målte koncentrationer i Hummelgårdbæk, kommunale samt nationale koncentrationer fremgår af Tabel 18. Sammenligningen viser ikke en klar sammenhæng men for de fleste stoffer, er resultaterne i sammen størrelsesorden.

Tabel 18 sammenligning af funde koncentrationer, der benyttes som i forvejen forekommende koncentration i Tilløb til Skallebæk.

Stof	Modelleret koncentration MST [µg/l]	Måling, Hummelgårdbæk [µg/l]	Måling Haderslev Kommune [µg/l]
Kobber	0,77	0,42	1,09
Zink	10,85	2,25	1,8
Bly	0,00178	0,028	0,04
Nikkel	0,262	0,50	1,61

Opsummering af udvalgte i forvejen forekommende koncentrationer til videre analyse

For stofferne kobolt, selen, uran og sølv foreligger der ikke målinger af disse stoffer i vandfasen i vandløbene i Danmark. Derfor vil den i forvejen forekommende koncentration for disse stoffer i beregningerne af den resulterende koncentration blive sat lig med det dertilhørende MKK.

De benyttede i forvejen forekommende koncentrationer, der er vurderet værende repræsentative for Tilløb til Skallebæk fremgår af Tabel 19:

Tabel 19 Opsummering af de benyttede i forvejen forekommende koncentrationer.

Stof	I forvejen forekommende koncentrationer [µg/l]
Bly	0,04 ¹
Chrom	0,067 ²
Kobber	0,77 ¹
Kobolt	0,28 ⁵
Nikkel	0,262 ¹
Selen	0,865 ⁵
Sølv	0,317 ⁵
Uran	0,015 ⁵
Zink	10,85 ¹
Pentachlorbenzen	0,01 ³
Benz(a)pyren	0,005 ⁴
Fluoranthren	0,01 ⁴
Pyren	0,01 ⁴
DEHP	0,11 ³
Bisphenol A	0,011 ³

1: Modelleret koncentration.

2: Middelkoncentration i Hummelgårdsbæk.

3: Kommunal koncentration i Haderslev Kommune.

4: National koncentration i Danmark.

5: Koncentrationen sættes lig med det generelle miljøkvalitetskrav.

Det skal bemærkes at stofferne sølv, selen, zink og kobber er reguleret for baggrundskoncentrationen af stoffet i vandløb.

For sølv gælder det at baggrundskoncentrationen er 0,3 µg/l¹, hvorfor denne koncentration tillægges den i forvejen forekommende koncentration og MKK, da der ikke foreligger målinger af stoffet i vandløbet.

Det samme gør sig gældende for selen, hvor baggrundskoncentrationen er varierende mellem 0,650 til 0,880 µg/l². Den i forvejen forekommende koncentration og MKK reguleres med en middelværdi svarende til 0,765 µg/l, da der ikke foreligger målinger af stoffet i vandløbet.

For zink og kobber³ gør det sig gældende at de jf. bekendtgørelse 796 må regulere MKK for baggrundskoncentrationen af stofferne i vandløb, der for zink ligger på 1,6 µg/l og for kobber er på 0,48 µg/l. Det er både det generelle MKK og det maksimale MKK, der må reguleres for baggrundskoncentrationen.

Miljøstyrelsen har offentliggjort nye måleresultater for overfladevand, der fremgår bl.a. fremgår af vandplan-data.dk. Det benyttede data i nærværende notat er fundet på kemidata.dk, og i den beregnede middelværdi de udvalgte stoffer indgår måleresultater for perioden 2020-2025. Det vurderes at de benyttede måleresultater er nyeste og mest repræsentative stofkoncentrationer.

¹ <https://mst.dk/media/tjacocik/soelv-7440-22-4.pdf>

² <http://weppi.gtk.fi>

³ Kobber og Zink: <https://mst.dk/media/j5mjnor3/retningslinjer-for-udarbejdelse-af-vp3.pdf>

2 BEREGNINGSMETODER

Nærværende notat vurderer på, hvordan udledningen fra kloakoplandene beliggende indenfor spildevandstil-læg nr. 11 forventes at påvirke den resulterende koncentration i Tilløb til Skallebæk.

Hvordan den fremtidige udledning vil påvirke nedstrøms vandområder mht. miljøfarlige stoffer er evalueret ift. fastsatte miljøkvalitetskrav for vandfasen og i sediment. Beregninger af resulterende koncentrationer i vandfa-sen såvel som sediment, er foretaget på de udvalgte stoffer, der fremgår af afsnit 1.2 Udvalg af stoffer i vandfa-sen og afsnit 1.3 Udvalg af stoffer i sediment.

Vurderingen af en eventuel påvirkning af de nedstrøms vandområder, som følge af den fremtidige udledning fra kloakoplandene, baseres på viden om stofkoncentrationer og vandmængder der opblandendes, vandets sammensætning samt forhold i vandløbet Tilløb til Skallebæk.

De i forvejen forekommende koncentrationer i vandområdet er fastlagt på baggrund af data fra vandoplandet. Datagrundlaget og de beregnede i forvejen forekommende koncentrationer er præsenteret og beskrevet i af-snit 1.7.

Den resulterende koncentration i vandfasen skal beregnes, og det skal vurderes, om miljøkvalitetskravene overholdes både ift. det generelle miljøkvalitetskrav samt ift. det maksimale miljøkvalitetskrav, der har hver sin formel.

I forhold til beregningen af påvirkningen af koncentrationen i sedimentet skelnes der, jf. vejledningen fra Miljø-styrelsen, om miljøkvalitetskravet i den i forvejen forekommende koncentration overholder miljøkvalitetskra-vet:

- Ved overskridelse: Den gennemsnitlige årlige stigning af koncentrationen i sedimentet som følge af en udledning bør være mindst mulig og ikke mere end 1 % af værdien for miljøkvalitetskravet for sediment.
- Ved overholdelse: For stoffer, der har tendens til at ophobes i sediment, må der ikke ske en væsentlig stigning i koncentrationen af pågældende stof i sedimentet – væsentligt forstås her som en gennemsnitlig årlig stigning på 5 % eller mere af miljøkvalitetskravet i sediment.

2.1 Resulterende koncentration ift. det generelle miljøkvalitetskrav

Til beregning af den resulterende middelkoncentration anvendes den årlige middelkoncentration (l/år) sammenholdt med den gennemsnitlige i forvejen forekommende koncentration (µg/l) vurderes på baggrund af en repræsentativ målestation samt den årlige middeludledning fra bassinet (l/år) sammenholdt med den målte stofkoncentration for urensset vejvand (µg/l) og en repræsentativ rensegrad for bassinet (%).

Formel til beregning af middelkoncentrationer ift. det generelle miljøkvalitetskrav:

$$\frac{M_{vandløb} \left[\frac{l}{år} \right] * C_{vandløb} \left[\frac{µg}{l} \right] + M_{regnvand} \left[\frac{l}{år} \right] * C_{regnvand} \left[\frac{µg}{l} \right]}{M_{vandløb} \left[\frac{l}{år} \right] + M_{regnvand} \left[\frac{l}{år} \right]}$$

Hvor:

$M_{vandløb} \left[\frac{l}{år} \right]$ er den årlige gennemstrømning i vandløbet = $Q_{middel, vandløb} \left[\frac{l}{s} \right] * 31557600 \left[\frac{s}{år} \right]$

$M_{regnvand} \left[\frac{l}{år} \right]$ er den årlige udledning fra det planlagte opland = årsmiddelnedbør $\left[\frac{mm}{år} \right] * \text{befæstet opland} [ha]$

$C_{vandløb} \left[\frac{µg}{l} \right]$ er middelkoncentrationen af de målte koncentrationer i vandløbet

$C_{regnvand} \left[\frac{µg}{l} \right]$ er middelkoncentrationen af det udledte vejvand = målt koncentration $\left[\frac{µg}{l} \right] * \text{rensegrad} [\%]$

2.2 Resulterende koncentration ift. det maksimale miljøkvalitetskrav

Til beregning af den resulterende maksimumkoncentration anvendes den planlagte/ansøgte maksudledning fra bassinet (l/s) sammenholdt med en middelkoncentration for det udledte og rensede vejvand (µg/l). Dette sammenholdes med en middelvandføring i vandløbet (l/s) og en middelværdi for den i forvejen forekommende koncentration i vandløbet (µg/l). Forudsætningen om at der sker en maksimal udledning sammen med en middelvandføring er forholdsvis konservativt, hvorfor det vurderes at være en acceptabel forsimpning.

Formel til beregning af maksimumkoncentration:

$$\frac{Q_{middel, vandløb} \left[\frac{l}{s} \right] * C_{vandløb} \left[\frac{µg}{l} \right] + Q_{ansøgt udledning} \left[\frac{l}{s} \right] * C_{regnvand} \left[\frac{µg}{l} \right]}{Q_{middel, vandløb} \left[\frac{l}{s} \right] + Q_{ansøgt udledning} \left[\frac{l}{s} \right]}$$

Hvor:

$Q_{middel, vandløb} \left[\frac{l}{s} \right]$ er middelafløbstrømningen i vandløbet – på baggrund af data fra hydrometriske målestationer

$Q_{ansøgt udledning} \left[\frac{l}{s} \right]$ den ansøgte maksudledning fra bassinet = ansøgt afløbstal $\left[\frac{l}{ha} \right] * \text{befæstet opland} [ha]$

$C_{vandløb} [\frac{\mu g}{l}]$ er middelkoncentrationen af de målte koncentrationer i vandløbet

$C_{regnvand} [\frac{\mu g}{l}]$ er middelkoncentrationen af det udledte regnvand = Typetal $[\frac{\mu g}{l}]$ * middelrensegrad [%].

2.3 Ved overskridelse af den i forvejen forekommende koncentration

For nogle stoffer er situationen, at der allerede i den i forvejen forekommende koncentration er overskridelser af miljøkvalitetskravet. Netop dette emne er alment kendt i Danmark, og det er derfor også behandlet i Miljøstyrelsens FAQ om miljøfarlige stoffer⁴, hvor der i FAQ 43 står:

"1. Miljøkvalitetskrav for vand er overskredet i overfladevandet

Hvis det generelle kvalitetskrav eller maksimumkoncentrationen for et givet stof i vand allerede er overskredet i overfladevandet, kan miljømyndigheden kun give tilladelse til en udledning til vand eller luft, hvis den ved beregninger kan vise, at udledningen med sikkerhed ikke vil påvirke opfyldelse af miljøkvalitetskravet i overfladevandet uden for den udpegede blandingszone.

Der vil være overfladevande, hvor den i forvejen forekommende koncentration er væsentlig højere end stoffets miljøkvalitetskrav, hvorfor udledninger i potentielt høje koncentrationer ikke vil medføre en beregnet koncentrationsstigning i overfladevandet. Godkendelsesmyndigheden skal derfor ved godkendelsen sikre, at udledningen i sig selv ikke vil hindre overholdelse af miljøkvalitetskravet for overfladevandet. Udledningen må derfor i sig selv ikke medføre en overskridelse af miljøkvalitetskrav i blandingszonens rand. Til beregning heraf skal der ikke inddrages den i forvejen forekommende koncentration.

For at sikre et tilstrækkeligt og ensartet miljøbeskyttelsesniveau bør miljømyndigheden derudover kun tillade en koncentrationsstigning på mindst muligt og højst 5 % af værdien af stoffets generelle kvalitetskrav for vand beregnet i randen af den maksimalt acceptable størrelse af en blandingszone, se svar på [spørgsmål 67](#) *Hvor stor kan en blandingszone være?*

Koncentrationsstigningen er en stigning i koncentrationen i overfladevandet i forhold til den i forvejen forekommende koncentration."

Dette tolkes således, at der for udledninger efter Bek 1433 skal udarbejdes en analyse med tre trin:

1. Der må ikke ske en ændring af den resulterende koncentration – i forhold til den i forvejen forekommende koncentration – i et repræsentative målepunkt.
2. Der må ikke ske en ændring af den resulterende koncentration som er større end 5 % – i forhold til den i forvejen forekommende koncentration – på randen af blandingszonen.

⁴ Kilde: [Miljøfremmede stoffer - Miljøstyrelsen](#)

3. Udledningen må ikke i sig selv give anledning til overskridelse af miljøkvalitetskravet, hvis der ses bort fra den i forvejen forekommende koncentration. Således må udledningen ikke give anledning til overskridelse af miljøkvalitetskravet, hvis den i forvejen forekommende koncentration sættes lig 0.

Eftersom der i denne situation er tale om almindeligt belastet overfladevand, er udledningen undtaget af bekendtgørelse 1433 "Bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder", og kun indeholdt i bekendtgørelse 796 "Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand", hvor der ikke er mulighed for blandingszoner. Punkt 2 er således uvæsentligt, og alle beregninger foretages i udløbspunktet.

2.4 Beregning af resulterende koncentrationsstigning i sediment

Når den resulterende koncentrationsstigning i sediment skal beregnes, sammenholdes den årlige udledning (l/år) fra bassinet med koncentrationen af det rensede vejvand ($\mu\text{g/l}$). Dette sammenholdes med arealet, hvor det vurderes at sediment vurderes at aflejre (m^2), dybden af det eksisterende sedimentlag (m), sedimentets massefylde (kg/m^3) samt den i forvejen forekommende koncentration af stoffet i sedimentet (mg/kg).

Da der ikke foreligger mange målinger af de udvalgte stoffer, sættes den i forvejen forekommende koncentration lig med miljøkvalitetskravet.

Formel til beregning af øgning i sedimentkoncentration:

$$\frac{M_{\text{regnvand}} \left[\frac{\text{l}}{\text{år}} \right] * C_{\text{regnvand}} \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \right] * 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\mu\text{g}}}{(A_{\text{sediment}} [\text{m}^2] * d_{\text{sediment}} [\text{m}]) * \rho_{\text{sediment}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * C_{\text{sediment}} \left[\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right]}$$

Hvor:

$M_{\text{regnvand}} \left[\frac{\text{l}}{\text{år}} \right]$ er den årlige udledning fra det planlagte opland = årsmiddelnedbør $\left[\frac{\text{mm}}{\text{år}} \right] * \text{befæstet opland} [\text{ha}]$

$C_{\text{regnvand}} \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \right]$ er middelkoncentrationen af det udledte regnvand = Typetal $\left[\frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \right] * \text{middelrensegrad} [\%]$

$A_{\text{sediment}} [\text{m}^2]$ er arealet af det område, hvor sediment vurderes at aflejres i systemet

$d_{\text{sediment}} [\text{m}]$ er dybden af det eksisterende sedimentlag (typisk 3-5 cm)

$\rho_{\text{sediment}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ er sedimentets massefylde (typisk 1500 kg/m^3)

$C_{\text{sediment}} \left[\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right]$ er den i forvejen forekommende koncentration i det eksisterende sedimentlag, som i beregningen sættes til miljøkvalitetskravet.

På baggrund af ovenstående er det primært interessant at vurdere, hvorvidt miljøkvalitetskravet for sediment er overholdt eller ikke, eftersom dette definerer, den acceptable påvirkning.

3 UDLEDNING FRA PLANSCEARIET

For at vurdere den resulterende effekt i vandløbet som følge af den fremtidige udledning er det nødvendigt at fastlægge hvilke stoffer, der skal indgå i vurderingen. Denne vurdering er foretaget i forhold til stoffer, hvortil der er kvalitetskrav i vandfasen og stoffer hvortil der er kvalitetskrav i sediment.

3.1 Beregning af den resulterende koncentration ift. det generelle MKK – vandfasen

Resultaterne, der fremgår af Tabel 20 er beregnet på baggrund af vandløbsoplysningerne i afsnit Vandløbsoplysninger og beregningsforudsætninger, formen til beregningerne fremgår af afsnit Beregning af den resulterende koncentration ift. det generelle MKK – vandfasen.

Tabel 20 Præsentation af den resulterende koncentration i Tilløb til Skallebæk sammenholdt med det generelle MKK.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad % Vådt bassin	Koncentration bassinudløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 km ²	MKK Generelt [µg/l]
Bly	0,04	6,4	70	1,89	0,06	1,2
Chrom	0,07	4	85	0,6	0,07	3,4
Kobber	0,77	19	75	4,5	0,81	1,48
Kobolt	0,28	0,4	50	0,2	0,28	0,28
Nikkel	0,26	4	50	2	0,28	4
Selen	0,865	0,9	10	0,81	0,86	0,865
Sølv	0,317	0,6	60	0,24	0,32	0,317
Uran	0,015	0,007	70	0,002	0,01	0,015
Zink	10,85	140	75	35	11,1	9,4
Pentachlorbenzen	0,01	0,007	80	0,001	0,01	0,007
Benz(a)pyren	0,005	0,018	80	0,0036	0,0050	0,00017
Fluoranthren	0,01	0,082	80	0,0162	0,010	0,0063
Pyren	0,01	0,068	80	0,0136	0,010	0,0046
DEHP	0,11	5,2	80	1,04	0,12	1,3
Bisphenol A	0,011	0,54	80	0,108	0,01	0,1

Det fremgår af Tabel 20 at MKK kan overholdes, når overfladevandet renses i et bassin, hvor rensegraden svarer til BAT, på nær for PAH-forbindelserne benz(a)pyren, fluoranthren og pyren samt pentachlorbenzen og zink.

For pentachlorbenzen gør det sig gældende at udløbskoncentrationen fra det våde regnvandsbassin er 0,0014 µg/l, mens det generelle MKK er 0,007 µg/l, hvilket giver en difference på 0,0056 µg/l.

Da udløbskoncentrationen fra bassinet er under MKK, vurderes det udledningen af pentachlorbenzen ikke er til hinder for målopfyldelsen i Tilløb til Skallebæk.

Da der ikke foreligger målinger af benz(a)pyren, fluoranthen og pyren i Tilløb til Skallebæk, eller i Haderslev Kommune er det den nationale middelværdi af koncentrationerne, der benyttes som den i forvejen forekommende koncentration i Tilløb til Skallebæk, der fremgår af Tabel 17. Dette betyder, at den i forvejen forekommende koncentration er fastsat med en vis usikkerhed, men med udgangspunkt i de anvendte værdier fremgår det, at selvom der er overskridelse af det fastsatte miljøkvalitetskrav, er der dog ikke en forøgelse af den i forvejen forekommende koncentration, eftersom udløbskoncentrationen er lig eller netop under den i forvejen forekommende koncentration.

I forhold til muligheden for at tillade udledning af et stof, som i forvejen overskrider miljøkvalitetskravet – som beskrevet i afsnit 2.3 Ved overskridelse af den i forvejen forekommende koncentration – er det således vist, at første trin er opfyldt.

Ud over at vise, at den resulterende koncentration ikke vil stige sammenlignet med den i forvejen forekommende – og udledningen således ikke vil ændre den eksisterende tilstand i negativ retning - er det også nødvendigt at vise, at udledningen ikke i sig selv er til hinder for målopfyldelse. Som beskrevet i afsnit 2.3 Ved overskridelse af den i forvejen forekommende koncentration, er den i forvejen forekommende koncentration således sat til 0.

Tabel 21 Resultat når IFFK sættes lig med 0.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad % Vådt bassin	Koncentration bassinudløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 km²	MKK Generelt [µg/l]
Zink	0	140	75	35	0,37	9,4
Benz(a)pyren	0	0,018	80	0,0036	3,85E-05	0,00017
Fluoranthen	0	0,082	80	0,0162	1,73E-04	0,0063
Pyren	0	0,068	80	0,0136	1,46E-04	0,0046

Det fremgår af Tabel 21 at ved at sætte den i forvejen forekommende koncentration lig med 0, vil den resulterende koncentration være under MKK i Tilløb til Skallebæk for stofferne zink, benz(a)pyren, fluoranthen og pyren.

Benz(a)pyren, fluoranthen og pyren overholder således de to nødvendige kriterier om ikke at ændre den i forvejen forekommende koncentration efter udledningen samt ikke i sig selv at være til hinder for målopfyldelse. For zink er det dog tilfældet, at udledningen ikke i sig selv vil være til hinder for målopfyldelsen, men den resulterende koncentration ved rensning gennem våde regnvandsbassiner vil dog give anledning til, at den resulterende koncentration vil stige i forhold til den i forvejen forekommende. Det er således nødvendigt at vælge en anden renseløsning, der har en bedre renseseffektivitet for zink.

Da zink allerede overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i den i forvejen forekommende koncentration, er det nødvendigt at undersøge, hvilken rensesgrad zink skal renses til, så koncentrationen i bassinudløbet som minimum ikke er højere end den i forvejen forekommende koncentration.

Det fremgår af Tabel 22, at hvis den i forvejen forekommende koncentration for zink ikke må overskrides skal rensesgraden for zink være 93%. Rensegraden er fundet ved en iterativ proces.

Tabel 22 Opsummering af beregninger for benz(a)pyren, hvis MKK skal overholdes.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad %	Koncentration bassinudløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 km ²	MKK Generelt [µg/l]
Zink	10,85	140	93	9,8	10,84	9,4

3.2 Beregning af den resulterende koncentration ift. det maksimale MKK - vandfasen

Resultaterne, der fremgår af Tabel 23 er beregnet på baggrund af vandløbsoplysningerne i afsnit Vandløbsoplysninger og beregningsforudsætninger, formen til beregningerne fremgår af afsnit Beregning af den resulterende koncentration ift. det maksimale MKK - vandfasen og Beregning af den resulterende koncentration ift. det generelle MKK – vandfasen.

Tabel 23 Præsentation af den resulterende koncentration i Tilløb til Skallebæk sammenholdt med det maksimale MKK.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad % Vådt bassin	Koncentration bassinudløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 m ²	MKK maks [µg/l]
Bly	0,04	6,4	70	1,89	0,10	14
Chrom	0,067	4	85	0,6	0,08	17
Kobber	0,77	19	75	4,5	0,89	2,48
Kobolt	0,28	0,4	50	0,2	0,28	18
Nikkel	0,262	4	50	2	0,32	34
Selen	0,865	0,9	10	0,81	0,86	31
Sølv	0,317	0,6	60	0,24	0,31	0,66
Uran	0,015	0,007	70	0,0021	0,015	2,3
Zink	10,85	140	75	35	11,6	10
Pentachlorbenzen	0,01	0,007	80	0,0014	0,010	-
Benz(a)pyren	0,005	0,018	80	0,0036	0,005	0,27
Fluoranthren	0,01	0,082	80	0,0162	0,010	0,12
Pyren	0,01	0,068	80	0,0136	0,010	0,023
DEHP	0,11	5,2	80	1,04	0,14	-
Bisphenol A	0,011	0,54	80	0,108	0,01	10

Det fremgår af Tabel 23 at det maksimale miljøkvalitetskrav for zink ikke kan overholdes, hvis renseløsningen renser tilsvarende et vådt regnvandsbassin.

Af den årsag undersøges det om udledningen i sig selv hindre recipienten i at opnå målopfyldelse ved at sætte den i forvejen forekommende koncentration for zink lig med 0.

Tabel 24 Resultater når rensegraden for zink øges.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad %	Koncentration bassin-udløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 km²	MKK Maks [µg/l]
Zink	0	140	75	35	1,1	10

Af Tabel 24 fremgår at det at det maksimale miljøkvalitetskrav kan overholdes i den målsatte recipient, hvis den i forvejen forekommende koncentration antages lig 0. Dog overholdes kravet, om at den resulterende koncentration og udledningen ikke må være højere end MKK eller som minimum den i forvejen forekommende koncentration, ikke, og derfor skal der anvendes en anden renseteknologi, som har en bedre renseevne i forhold til zink.

Resultatet i Tabel 25 viser at der skal etableres en renseløsning, der giver en ekstrarensning for zink på ca. 93%, hvis det maksimale miljøkvalitetskrav skal overholdes.

Tabel 25 Beregning af nødvendig rensegrad for zink.

Stof	IFFK [µg/l]	Typetal [µg/l]	Rensegrad %	Koncentration bassin udløb [µg/l]	Resulterende koncentration [µg/l] Vandopland 7,95 km²	MKK Maks [µg/l]
Zink	10,85	140	93	9,8	10,81	10

3.3 Beregning af den resulterende koncentration i sediment

Til beregning af om MKK i sediment kan overholdes, benyttes nedenstående oplysninger. Da udløbet fra bassinet afleder til Tilløb til Skallebæk, der i begyndelsen er en rørlagt strækning, der efterfølgende bliver til et åbent vandløb, ses der først på sedimentpåvirkningen på den åbne strækning.

- Årlig nedbør: 829 mm/år
- Nedbør minus fordampning: 709 mm/år
- Opland: 4,8 red. ha

Der benyttes følgende input til beregning af påvirkningen:

- Areal, vandløbsbund efter rørlægning inden udløb i Skallebæk: 2.700 m²
- Gennemsnitlig vandløbsbundbredde: 1,5 m
- Længde af åben strækning inden udløb i Skallebæk: 1,8 km
- Sediment dybde: 3-5 cm, vi arbejder videre med 4 cm
- Sediment volumen: 108 m³
- Massefylde sediment: 1500 mg/m³

Det fremgår af beregningerne i Tabel 26 at der er det nødvendige opblandingsareal til sedimentation i den åbne strækning af Tilløb til Skallebæk, bortset fra for stofferne vanadium - her antages det, at sedimentet vil lægge sig på arealet på 2.700 m².

Tabel 26 Præsentation af resultater for beregning af ophobningen af miljøfarlige stoffer i sediment i det modtagende vandområde.

Miljøfarligt stof	Beregning ift. miljøkvalitetskrav					Udledt mængde pr. år [kg]	Acceptabel procentvis stigning ift. MKK	Procentvis stigning ift. MKK indenfor 2700 m ²	Nødvendigt opblandingsareal [m ²]
	IFFK [µg/kg TS]	Indløbs-konc. [µg/l]	Rensegrad [%]	Udløbs-konc. [µg/l]	MKK [µg/kg TS]				
Antracen	0,0075 ¹	0,005	85	0,00075	0,0239	0,000026	< 5%	0,66	461
Bly	12,5 ¹	6,4	70	1,89	163	0,0643	< 5%	0,24	170
Cadmium	0,195 ¹	0,07	50	0,035	3,8	0,0012	< 5%	0,19	135
Napthalen	0,024 ¹	0,007	80	0,0014	0,138	0,000048	< 5%	0,21	149
Vanadium	23,6 ³	2,6	40	1,56	23,6	0,053	< 1%	1,39	4.855
Sølv	0,16 ²	0,6	60	0,24	1,5	0,0082	< 5%	3,36	2.350

Stoffer markeret med ¹ er en kommunal værdi for Haderslev Kommune, mens stoffer markeret med ² er en national middelværdi af den i forvejen forekommende koncentration. Markeringen ³, som står ved stoffet vanadium viser, at der ikke målinger i sediment i Danmark.

For alle stoffer bortset fra vanadium, fremgår det, at de som udgangspunkt bør overholde MKK i forhold til den i forvejen forekommende koncentration, hvorfor der kan accepteres en påvirkning på maksimum 5% i forhold til MKK som følge af udledningen. Men vanadium konservativt antages overskredet i forhold til den i forvejen forekommende koncentration, og der accepteres således kun en påvirkning på 1%. Ved at rense vanadium med en rensegrad 40%, kan dette ikke overholdes.

For sølv gør det sig gældende at der tillades en stigning på op til 5% af miljøkvalitetskravet, da der ikke foreligger målinger af sølv over miljøkvalitetskravet og det derfor må betyde at det er meget usandsynligt at miljøkvalitetskravet for sølv i Tilløb til Skallebæk ikke er overholdt. Af Tabel 26 fremgår det at alle miljøfarlige stoffer holder sig under en stigning på 5 % af miljøkvalitetskravet, hvorfor miljøkvalitetskravet er overholdt med henvisning til at en stigning på op mod 5 % er tilladeligt, da det er vurderet, at der ikke i forvejen er overskridelser af miljøkvalitetskravet.

Det fremgår af beregningerne i Tabel 26 at der er et tilstrækkeligt opblandingsareal til sedimentation i den åbne strækning af Tilløb til Skallebæk, bortset fra for stofferne vanadium – her antages det, at sedimentet vil lægge sig på arealet på 2.700 m².

Ved hjælp af en iterativ proces findes den rensegrad, der resulterer i at miljøkvalitetskravet for vanadium ikke overskrides med mere end 1%. Det fremgår af beregningens resultater i Tabel 27, at der skal etableres en renseløsning, der har en rensegrad for vanadium på 70%.

Tabel 27 Genberegning for vanadium med en rensegrad på 70%.

Miljøfarligt stof	Beregning ift. miljøkvalitetskrav					Udledt mængde pr. år [kg]	Procentmæssig stigning ift. MKK	Nødvendigt opblandingsareal [m ²]
	IFFK [µg/kg TS]	Indløbskonc. [µg/l]	Rensegrad [%]	Udløbskonc. [µg/l]	MKK [µg/kg TS]			
Vanadium	23,6	2,6	70	0,78	23,6	0,027	< 1%	2.428

3.4 Konklusion

På baggrund af nærværende notat og ovenstående analyser kan det konkluderes, at der ved rensning med traditionelle våde regnvandsbassiner kan ske overholdelse af både de generelle og maksimale miljøkvalitetskrav for ferske recipienter samt miljøkvalitetskrav for sediment på den målsatte strækning af Tilløb til Skallebæk, for hovedparten af de undersøgte stoffer.

Det fremgår dog også, at stofferne zink og vanadium kræver en anden rensemetode, end traditionelle våde regnvandsbassiner, for at kunne overholde kvalitetskravene for hhv. vandfasen og sediment.

Analyserne viser, at det vil kræve en renseløsning med en rensegrad på minimum 93% for zink, hvis det generelle og maksimale miljøkvalitetskrav skal overholdes for ferske recipienter. Som det blev beskrevet i Tabel 11 er det zink, der er årsagen til manglende målopfyldelse i Tilløb til Skallebæk, og det er også dette stof, der kræver yderligere opmærksomhed.

Samme undersøgelse er lavet i sediment, hvor beregningerne viser at der også for vanadium er brug for en bedre rensning, end der vil forekomme ved rensning i våde regnvandsbassiner. Resultaterne viser, at der kræves en renseløsning med en rensegrad på minimum 70% i forhold til vanadium, hvis miljøkvalitetskravet i sediment skal overholdes.

4 MULIG RENSELØSNING

Det er undersøgt, hvilke mulige renseløsninger, der kan opnå rensegrader nødvendige for at kunne tillade udledning fra det analyserede opland i Hammelev. Det er for nuværende forholdsvist ringe dokumentation for andre renseløsninger end traditionelle regnvandsbassiner, og der er således også begrænset viden omkring hvilke muligheder, der kan yde en tilstrækkelig rensning for primært zink og vanadium.

Der er tidligere lavet en række undersøgelser på nedsivningsløsninger, som viser rensegrader, der er lig våde regnvandsbassiner eller bedre, og med udgangspunkt i disse undersøgelser og en generel viden om stoffernes fysisk-kemiske egenskaber, har WSP tidligere estimeret de forventede rensegrader for vejvand med udgangspunkt i et forstørret filteranlæg. Og ved anvendelse af et sådant anlæg, forventes det, at der kan opnås rensegrader, som svarer til hvad der er analyseret nødvendige i nærværende analyse. Argumentationen herfor er beskrevet i bilag 2.

I bilaget er der beskrevet en renseløsning, der består af et filteranlæg med tilløb via et sandfang og nedsivning gennem filterjord i nedsivningsbassinet inden udledning til recipient. Sandfanget skal dimensioneres med et permanent vådt volumen med en middeldybde på 1 meter og et areal på mindst 50 m² pr. ha red. Nedsivningsanlægget dimensioneres som udgangspunkt med et nedsivningsareal på 500 m²/ ha red og en filterdybde på 1 meter. Filterjorden forudsættes at indeholde ca. 4 % organisk stof og 15 % ler. Filterjorden bør som udgangspunkt have en nedsivningsevne på 5*10⁻⁶ m/s for at kunne aflede 0,8 l/s ha red.

Opstuvningsvolumenet etableres bedst oven på nedsivningsarealer, så det sikres, at alt vand ledes gennem sandfanget, men arealet over sandfanget kan principielt inddrages i opstuvningsvolumenet.

Anlægget beskrives nærmere i bilag 2, men med udgangspunkt i viden om planerne på det nuværende stadie er der brug for følgende:

- Et forbassin med permanent vand på 243 m² og en middeldybde på 1m.
- Et filteranlæg på 2.425 m² med en filterdybde på 1 m, og over dette skal der etableres et forsinkelsesvolumen, som sikrer, at vandet kan drosles til en vandføring på 0,8 l/s/ha red svarende til 3,8 l/s.

Hvis det vurderes ikke muligt at etablere et anlæg i denne størrelse, er det forventeligt også muligt at etablere et anlæg med større fokus på sorption. Dette kan opbygges som et biofilteranlæg, hvor filteranlægget etableres med forskellige sorptionsmatricer. Et sådant anlæg vil kunne opnå tilsvarende rensegrader eller bedre end det beskrevet i bilag 2.

5 NEDSTRØMS RECIPIENTER

I nærværende afsnit vurderes der på de nedstrøms liggende recipienter, og om de påvirkes af den kommende udledning.

Det beskrives i kapitel 4 at det er nødvendigt at etablere end bedre renseløsning end hvad der som udgangspunkt kan opnås gennem sedimentation i traditionelle våde regnvandsbassiner, hvis det generelle og maksimale miljøkvalitetskrav for vandfasen samt kvalitetskravet for sediment skal overholdes i ferske recipienter skal overholdes. Derfor vil nærværende afsnit lave sine beregninger på rensegrader, der afspejler den filterløsning, der er beskrevet i bilag 2 og opsummeret i kapitel 4.

5.1 Miljøfarlige stoffer – Søvand

Som supplement til vurdering af påvirkningen i Tilløb til Skallebæk, laves en supplerende vurdering i forhold til påvirkningen af udledningen til Haderslev Dam.

Miljøkvalitetskravene for vandløb og søer er de samme, og derfor kan det konkluderes at når MKK for vandløb kan overholdes i Tilløb til Skallebæk, kan MKK i Skallebæk og i Haderslev Dam også overholdes, når de bedre renseforanstaltninger etableres.

5.2 Miljøfarlige stoffer – kystvand

Det undersøges også om udledningen til Tilløb til Skallebæk hindrer at Haderslev Fjord samt Lillebælt/Jylland kan opnå målopfyldelse.

I vurderingen er det ligeledes nødvendigt at vurdere, hvilke stoffer, der kan give anledning til en negativ påvirkning. På samme måde som udvælgelsen af stoffer til vandløb samt sediment, undersøges det her, hvilke stoffekoncentrationer i overfladevandet, der overskrider miljøkvalitetskravet for kystvand.

Det er både DHI's RegnKvalitetsark samt Miljøstyrelsens Typetalsrapport, der benyttes til udvælgelsen af stoffer.

Tabel 28 Opsummering af udvalgte stoffer jf. RegnKvalitet – jf. Bilag 1.

Stof	Koncentration i overfladevand Bassinindløb [µg/l]	Miljøkvalitetskrav [µg/l]	
		Generelt	Maks
Zink	140	9,4	10
Kobber	19	1,48	2,48
Bly	6,4	1,3	14
Fluoranthen	0,082	0,0063	0,12
Pyren	0,068	0,0017	0,023
Benz(a)pyren	0,018	0,00017	0,27
DBP	0,3	0,23	35
DEHP	5,2	1,3	-
DEHA	0,22	0,07	0,66

Bisphenol A	0,54	0,01	10
-------------	------	------	----

Da der er erfaringstal, der ikke er medtaget i RegnKvalitetarket gennemgås Miljøstyrelsens typetal for separate-udledninger sammenlignet med miljøkvalitetskravet for kystvand.

Tabel 29 Opsamling af stofkoncentrationer og miljøkvalitetskrav for kystvand for stoffer undersøgt i Miljøstyrelsens typetalrapport. Røde markeringer viser stoffer, som overskrider miljøkvalitetskravet for både vandløb og kystvand, mens de lilla markeringer viser stoffer, som i urensset tilstand overskrider miljøkvalitetskravet for kyst.

Stof	Indløbskoncentration Regnvandsudløb [µg/l]	Miljøkvalitetskrav [µg/l]	
		Middel	Maksimum
Aluminium	1500,00	-	-
Antimon	0,80	11,3	177
Arsen	1,3	0,6*	1,1*
Barium	12	5,8*	145
Bly	4	1,3	14
Bor	21	94*	2080*
Cadmium	0,07	3,81	160
Chrom	4	3,4	17
Kobber	9	1,48	2,48
Kobolt	0,40	0,28*	34
Kviksølv	0,03*	-	0,07
Molybdæn	#	6,7*	587
Nikkel	4	8,6	34
Selen	0,9***	0,08*	31*
Sølv	#	0,2*	1,2*
Tellur	i.a.	-	-
Thallium	#	0,048*	1,2*
Tin	1,10	0,2	20
Uran	0,07	0,015*	2,3*
Vanadium	2,60	4,2	57,9
Zink	130	7,8*	8,4*
Biphenyl	0,0012	-	-
Naphtalen	0,01	2	130
Toluen	0,11	-	-

Kilde til indløbskoncentration: typetal for miljøfarlige forurenende stoffer i regnbetingede udledninger.

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2022/01/978-87-7038-386-8.pdf>

Kilde til miljøkvalitetskrav: bek 769 bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

*kvalitetskravet er denne koncentration af stoffet tilføjet den naturlige baggrundskoncentration.

** dette kvalitetskrav gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet.

*** tilpasning til log-normalfordelingen er ikke god (visuelt tjek af q-q-plottet)

datagrundlaget er ikke tilstrækkeligt til at beregne et typetal efter ml-metoden

i.a. Stoffet er ikke analyseret som en del af novana for separate regnvandsudledninger.

Da en del af stofferne allerede er undersøgt ifm. vurderingen af påvirkningen på Tilløb til Skallebæk, og at det blev vurderet at udledningen af både det generelle og det maksimale miljøkvalitetskrav for ferske recipienter

kunne overholdes for en del af stofferne, tages de allerede vurderede stoffer ikke med til videre analyse. De udvalgte stoffer, der tages med til videre analyse, fremgår af Tabel 30.

Tabel 30 Opsummering af udvalgte stoffer, stofkoncentrationer i overfladevandet samt rensegrader.

Stof	Koncentration i overfladevand Bassinindløb [$\mu\text{g/l}$]	Rensegrad %		Koncentration Bassin udløb [$\mu\text{g/l}$]		Miljøkvalitetskrav	
		Vådt bassin	Filtermuld	Vådt bassin	Filtermuld	Generelt [$\mu\text{g/l}$]	Maks [$\mu\text{g/l}$]
DBP ¹	0,3	80	95	0,06		0,23	35
DEHA ¹	0,22	80	95	0,044	0,011	0,007	0,66
Tin ²	1,10	90	90	0,12		0,2	20
Arsen ²	1,3	90	90	0,12		0,6	1,1
Barium ²	12	75	85	3		5,8	145

Stoffer med markering¹ stammer fra RegnKvalitetsarket, mens stoffer med markering² stammer fra Miljøstyrelsens Typetalsrapport.

Som det fremgår af Tabel 30 kan alle stoffer på nær DEHA overholde det generelle MKK for kystvand i bassinudløbet, når overfladevandet renses med et vådt regnvandsbassin eller den valgte filterløsning, som beskrevet i kapitel 4.

For DEHA foretages der således beregninger af, hvad den resulterende koncentration vil være i udløbet i Haderslev Fjord. I disse beregninger anvendes samme forudsætninger som præsenteret i Tabel 12, dog er vandløbsoplandet i Haderslev Fjord 108 km².

Det er undersøgt, om det kan findes data for den i forvejen forekommende koncentration af DEHA, men dette har dog ikke været muligt, hvorfor den antages at være lig miljøkvalitetskravet. Der er efterfølgende anvendt samme fremgangsmåde, som beskrevet i afsnit 2.3 Ved overskridelse af den i forvejen forekommende koncentration, hvor det er beskrevet, at det skal undersøges, om udledningen giver anledning til stigning af den i forvejen forekommende koncentration, og efterfølgende om udledningen i sig selv kan være til hinden for målopfyldelse. Der er derfor foretaget beregninger med en i forvejen forekommende koncentration på hhv. 0,007 $\mu\text{g/l}$ og 0 $\mu\text{g/l}$, da der ikke foreligger målinger af DEHA i kystvande i Danmark.

Beregningen viser at den resulterende koncentration af DEHA er 0,0001 $\mu\text{g/l}$, når den i forvejen forekommende koncentration sættes lig med 0, hvilket er under det generelle MKK, og udledningen vil dermed ikke hindre at Haderslev Fjord i at opnå målopfyldelse. Det fremgår ligeledes af Tabel 31, at hvis den i forvejen forekommende koncentration er lig med det generelle miljøkvalitetskrav, og DEHA renses med 95%, vil den resulterende koncentration ikke ændres eller under de anvendte forudsætninger overskride det generelle MKK.

Tabel 31 Beregning af den resulterende koncentration for DEHA sammenholdt med det generelle MKK.

Stof	IFFK [$\mu\text{g/l}$]	Typetal [$\mu\text{g/l}$]	Rensegrad %	Koncentration bassinudløb [$\mu\text{g/l}$]	Resulterende koncentration [$\mu\text{g/l}$]	MKK generelt [$\mu\text{g/l}$]
DEHA	0,007	0,22	95	0,011	0,0070	0,007
DEHA	0	0,22	95	0,044	0,0001	0,007

VURDERING AF DEN RESULTERENDE PÅVIRKNING PÅ KYSTVAND

Som det fremgik af vurderingerne for Tilløb til Skallebæk er miljøkvalitetskravet for vandløbet overholdt. Ligeledes må det vurderes, at den i forvejen forekommende koncentration i Tilløb til Skallebæk er overholdt. Efter som vandkvalitetskravene allerede er overholdt i vandløbet, og grundet det samlede vandområdes størrelse ift. den udledte mængde regnvand vurderes det, at udledningen ikke vil resultere i koncentrationer, der overskrider miljøkvalitetskravene. Dette gør sig også gældende for de nedstrøms liggende vandområder.

For stoffet DEHA kræves det, at der er en anden renseløsning end et vådt regnvandsbassin, men med den foreslåede renseløsning beskrevet i kapitel 4, hvor stoffet renses til 95%, vurderes det, at MKK i kystvand kan overholdes og udledningen ikke hindre recipienterne i at opnå målopfyldelse.

I Tabel 11 fremgik det, at det er stofferne Nikkel, Antracen, Cadmium, Benz(a)pyren, Tributyltin, Arsen, Chrom, Phenanthren og Pyren, der er årsagen til manglende målopfyldelse. Af disse er der ikke lavet undersøgelser for Tributyltin og Phenanthren, da Phenanthren allerede inden rensning ligger under det generelle miljøkvalitetskrav for både ferske og marine vande, mens der for Tributyltin ikke kendte indløbskoncentrationer for overfladevand, hvorfor det vurderes, at dette stof ikke er problematisk. For de øvrige stoffer, er de undersøgt, og vurderes ikke at være til hinder for målopfyldelsen.

6 OPSAMLING

I forbindelse med vedtagelse af Spildevandstillæg 11, omhandlende et nyt bolig-, erhvervs- og trafikområde er det nødvendigt at undersøge om udledningen af overfladevand fra de kommende befæstede arealer udgør en risiko for at de nedstrømsliggende recipienter påvirkes, og dermed ikke kan opnå målopfyldelse.

Overfladevandet fra de planlagte befæstede arealer ønskes udledt til Tilløb til Skallebæk, med udløb i Skallebæk, Haderslev Dam, Haderslev Fjord og til slut Lillebælt.

Udgangspunktet for undersøgelsen af miljøfarlige stoffer, var rensning i et traditionelt vådt regnvandsbassin. På baggrund af nærværende analyser kan det konkluderes, at der ved rensning med traditionelle våde regnvandsbassiner kan ske overholdelse af både de generelle og maksimale miljøkvalitetskrav for ferske recipienter samt miljøkvalitetskrav for sediment på den målsatte strækning af Tilløb til Skallebæk, for hovedparten af de undersøgte stoffer.

Det fremgår dog også, at stofferne zink og vanadium kræver en anden rensemetode, end traditionelle våde regnvandsbassiner, for at kunne overholde kvalitetskravene for hhv. vandfasen og sediment.

Analyserne viser, at det vil kræve en renseløsning med en rensegrad på minimum 93% for zink, hvis det generelle og maksimale miljøkvalitetskrav skal overholdes for ferske recipienter. Netop zink er også en af årsagerne til manglende målopfyldelse i dag.

Samme analyse er lavet i sediment, hvor beregningerne viser at der også for vanadium er brug for en bedre rensning, end der vil forekomme ved rensning i våde regnvandsbassiner. Resultaterne viser, at der kræves en renseløsning med en rensegrad på minimum 70% i forhold til vanadium, hvis miljøkvalitetskravet i sediment skal overholdes.

Det er undersøgt, hvilke rensemetoder der vil kunne præstere den nødvendige rensning og her er det vurderet, at et udvidet filteranlæg med underliggende dræn vil kunne sikre en tilstrækkelig rensegrad til at udledningen kan tillades. Ved denne rensning udgør udledningen ikke en risiko for påvirkning af ferskvands- eller marine recipienter.

Værktøj til beregning af vandkvalitet og screening af risikoen ved udledning eller nedsivning

Fanebladet viser beregningen af de teoretiske koncentrationer af udvalgte miljøskadelige stoffer i regnvandsudledningen samt screening af risikoen ved udledning eller nedsivning (sum af PEC/PNEC).

Indtast det reducerede areal af de enkelte overfladekategorier i oplandet i de orange felter i kolonne C.

Hvis fortyndingen i det specifikke vandområde kendes, kan fortyndingsfaktoren ændres i celle I11, M11 og Q11.

Den beregnede koncentration i marine vandområder, ferske vandområder og grundvand vises i henholdsvis kolonne I, L og O.

Overfladekategori	Reduceret areal (red Ha)	Andel af samlet vandmængde
Haver og græsarealer med dræn		
Centrale bymiljøer		
Kunstgræsbaner med dræn		
Grønne tage		
Tage af kobber, kobbertagrender el. -inddækning		
Tage af zink, zinktagrender el. -inddækning		
Tage af andre materialer		
Veje (ÅDT < 500 køretøjer)		
Veje (ÅDT 500 - < 5.000 køretøjer)		
Veje (ÅDT 5.000-15.000 køretøjer)		
Veje (ÅDT > 15.000 køretøjer)		
P-pladser	1.47	0.30
P-pladser for busser og lastbiler		
Industriområder		
Oplagspladser til skrot og affald		
Lave boligområder	1.048	0.22
Høje boligområder	2.3248	0.48
Total reduceret areal	4.8428	1.00

Marint vandområde				Ferskt vandområde			
Fortyndingsfaktor				1			
Parametre	Enhed	Beregnet Koncentration	Miljøkvalitets-krav	PEC/PNEC forhold	Beregnet Koncentration	Miljøkvalitets-krav	PEC/PNEC forhold
Ledningsevne	mS/m	13			13		
Suspenderet Stof	mg/l	100			100		
BOD	mg/l	8.0	15	0.53	8.0	15	0.53
COD	mg/l	100	75	1.3	100	75	1.3
Næringsalte							
Total-P	mg/l	0.28	1.5	0.19	0.28	1.5	0.19
Total-N	mg/l	2.2	8	0.28	2.2	8	0.28
Metaller							
Zink	µg/l	140			140		
Zink filt	µg/l	98	7.8	13	98	7.8	13
Kobber	µg/l	19			19		
Kobber filt	µg/l	9.6	1	9.6	9.6	1	9.6
Bly	µg/l	6.4			6.4		
Bly filt	µg/l	0.13	1.3	0.10	0.13	1.2	0.11
PAH							
Acenapthen	µg/l	0.0050	0.38	0.013	0.0050	3.8	0.0013
Fluoren	µg/l	0.0050	0.23	0.022	0.0050	2.3	0.0022
Phenanthren	µg/l	0.040	1.3	0.031	0.040	1.3	0.031
Fluoranthren	µg/l	0.082	0.0063	13	0.082	0.063	1.3
Pyren	µg/l	0.068	0.0017	40	0.068	0.0046	15
Benz(a)pyren	µg/l	0.018	0.00017	110	0.018	0.00017	110
Benz(bjk)fluoranthren	µg/l	0.083			0.083		
Indeno(1,2,3cd)pyren	µg/l	0.019			0.019		
Benz(ghi)perylene	µg/l	0.039			0.039		
Sum PAH	µg/l	0.38			0.38		
Phthalater							
DBP	µg/l	0.30	0.23	1.3	0.30	2.3	0.13
BBP	µg/l	0.078	0.75	0.10	0.078	7.5	0.010
DEHP	µg/l	5.2	1.3	4.0	5.2	1.3	4.0
DEHA	µg/l	0.22	0.07	3.1	0.22	0.7	0.31
Øvrige org. Stoffer							
Bisphenol A	µg/l	0.54	0.01	54	0.54	0.1	5.4
Pesticider							
2,6-diklorbenzamid (BAM)	µg/l	0.030	7.8	0.0038	0.030	78	0.00038
Isoproturon	µg/l	0.0064	0.3	0.021	0.0064	0.3	0.021
Mechlorprop	µg/l	0.024	1.8	0.013	0.024	18	0.0013

Glyphosat
AMPA

µg/l
µg/l

0.46		
0.17		

0.46		
0.17		

Grundvand

1

Beregnet Koncentration	Grundvands- kvalitetskriterium	PEC/PNEC forhold
13		
100		
8.0		
100		

0.28	0.15	1.9
2.2		

140	100	1.4
98		
19	100	0.19
9.6		
6.4	1	6.4
0.13		

0.0050		
0.0050		
0.040		
0.082	0.1	0.82
0.068		
0.018	0.01	1.8
0.083		0.83
0.019		
0.039	0.1	
0.38		

0.30		
0.078		
5.2	1	5.2
0.22		

0.54		
------	--	--

0.030	0.1	0.30
0.0064	0.1	0.064
0.024	0.1	0.24

0.46	0.1	4.6
0.17	0.1	1.7

NOTAT

TIL: Haderslev Kommune
FRA: Søren Gabriel
EMNE: Rensning i grønne filterløsninger
DATO: 31-03-2025

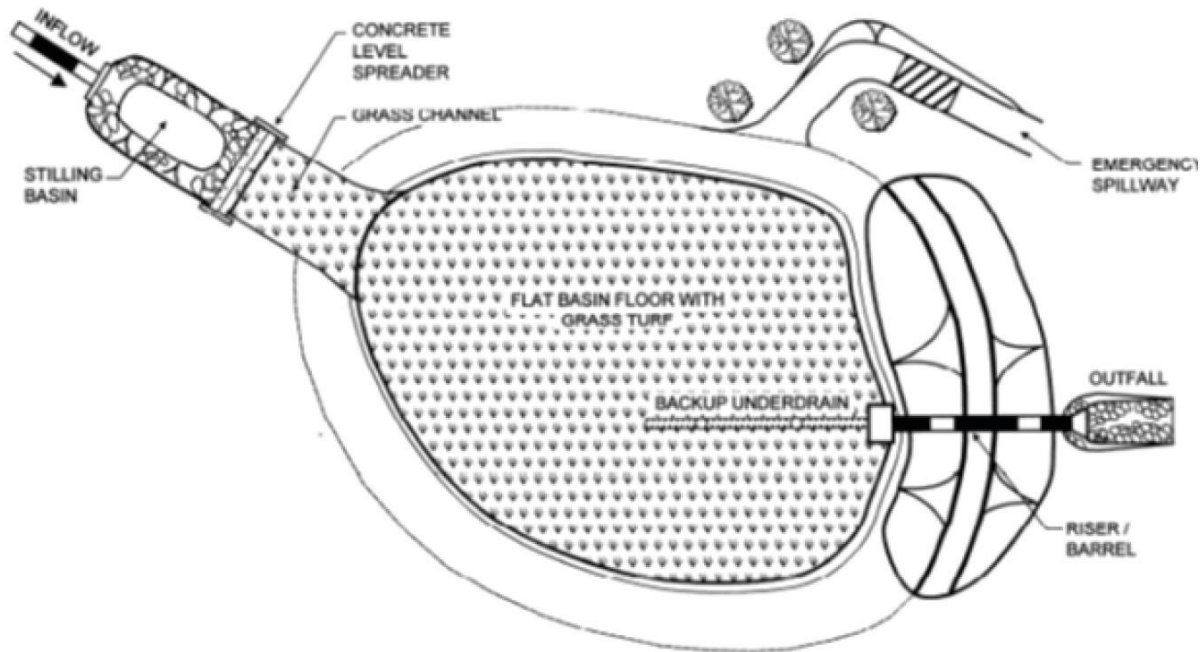
Rensning i grønt filteranlæg og opsamling i underliggende dræn

Som alternativ til sedimentation i våde regnvandsbassiner kan regnvand renses effektivt ved nedsivning gennem filterjord. Denne løsning er beskrevet i anvisningen Større anlæg til overfladenedsivning af separat regnvand /1/. Modsat anvisningen, hvor vandet slutaflødes ved nedsivning til grundvandet, vil vandet i det nedenfor beskrevne anlæg blive opsamlet i dræn under anlægget og blive afledt til recipient. I det følgende findes en gennemgang af denne anlægstype og en opsamling på de rensegrader, der kan forventes i anlægget.

WSP har i 2024 udarbejdet en rapport om en tilsvarende anlægstype for Vejdirektoratet, i forbindelse med arbejdet på Rute 15 /5/. I projektet er rensmekanismer og rensegrader beskrevet, og der er gennemført en vurdering af konsekvenserne af både nedsivning og udledning af det rensede til de relevante recipienter. Dette er refereret i Tabel 1. Bemærk, at de angivne rensegrader forudsætter, at både filteranlæggets areal og dybden af filtermulden er større, end forudsat i /1/. Rensegraderne kan derfor ikke direkte overføres mellem de to anlægskonfigurationer.

Opbygning og dimensionering af traditionelle filteranlæg

Filteranlæg opbygges efter /1/ som vist i Figur 1 med tilløb via et sandfang og nedsivning gennem filterjord i nedsivningsbassinet. Sandfanget skal dimensioneres med et permanent vådt volumen med en middeldybde på 1 meter og et areal på mindst 50 m² pr. ha red.



Figur 1: Principalskitse af nedsivningsbassin med indløb via sandfang med permanent vådt volumen.

Opstuvningsvolumen etableres bedst oven på nedsivningsarealer, så det sikres, at alt vand ledes gennem sandfanget, men arealet over sandfanget kan principielt også inddrages i opstuvningsvolumenet.

Nedsivningsarealet tilsås med arter, f.eks. græsser, der er tilpasset tørre forhold, lave næringsstofkoncentrationer og salt, hvis der ledes saltet vejvand til anlægget. Vegetationen skal have mindst en vækstsæson til at etablere sig, før anlægget kan forventes at have fuld rensekapaletet.

Filterjorden udlægges vandret, så hele anlægget oversvømmes, når bassinet belastes hydraulisk. Ved større anlæg bør der etableres et system af render, der fordeler vandet i filteret. Filteret og det underliggende drænlag skal stå tørt, når magasinvolumen er tømt, og tømmetiden må af hensyn til vegetationen ikke overstige tre døgn. Drænlag og filterjord kan ved dimensionering af magasinvolumen indregnes med et porevolumen på 20 %.

Nedsivningsanlægget dimensioneres som udgangspunkt med et nedsivningsareal på 160 m²/ ha red. svarende til, at filterjorden skal have en nedsivningsevne på 5*10⁻⁶ m/s for at kunne aflede 0,8 l/s ha red. Dette vurderes at være et konservativt dimensioneringsgrundlag, der også sikrer tilstrækkelig nedsivningsevne efter mange års drift, hvis filterjorden anlægges af sandblandet muld. Med ovenstående udgangspunkt er tømmetiden uden tillæg for koblede regn på lige under tre døgn (2,8 døgn). Ved lavere afløbstal, der giver længere tømmetider, kan anlægget udformes, så en del af forsinkelsen sker efter filteranlægget.

For at sikre god renseevne udlægges mindst 60 cm filterjord, og det sikres ved udvaskningsforsøg, at filterjorden ikke i sig selv bidrager til forurening af det afledte vand. Under filterjorden etableres mindst 40 cm drængrus, hvori drænrørene lægges med en indbyrdes afstand på maksimalt 5 meter.

Hvis nedsivning kan accepteres, er der ikke behov for at lægge membran under anlægget. Hvis nedsivning skal minimeres, kan det ske ved at der under drænlaget etableres fald mod nogle render, hvor dræne lægges i bunden. Hvis nedsivning helt skal undgås, kræver det en membran under anlægget. I udløbsbrønden, hvor dræne samles, skal der være mulighed for at etablere en "svane Hals", så anlægget kan stå delvis vandfyldt.

Det er i ovenstående forudsat, at anlægget kan etableres over grundvandsspejlet.

Anlæggets renseseffekt

Der findes ikke nogen væsentlig dokumentation for målte rensesgraderne for i filtre med den beskrevne opbygning. I vejledningen for større filteranlæg /1/ angives rensesgraden for PAH til et gennemsnit på 87 %. Dette understøttes af, at der i litteraturen findes en renseseffekt på 90-95 procent for suspenderet stof og næringsstoffer/2/ og /4/, mens der kan forventes en tilbageholdelse på mere end 90 % for tungmetaller /3/ og /4/.

Rensemekanismer og rensesgrader i stort dimensionerede filteranlæg

Som en del af WSP's arbejde for Vejdirektoratet på Rute 15 er der gennemført en vurdering af rensesgrader for miljøfarlige stoffer i filteranlæg. Anlæggene er i vurderingen forudsat dimensioneret med 500 m² filteranlæg pr. ha red. og en filterdybde på 1 meter. Filterjorden forudsættes at indeholde ca. 4 procent organisk stof og 15 % ler. stof).

Ved nedsivning igennem filterjord er det forudsat, at rensning sker via tre grundlæggende resemekanismer:

- En fysisk filtrering, der tilbageholder suspenderet stof i de øvre dele af filterets opbygning.
- En tilbageholdelse af stoffer pga. sorption (reversibel binding) til partiklernes overflade, typisk det organiske stof i mulden for de organiske stoffers vedkommende og lerpartiklerne for de opløste metaller vedkommende. Ved kombinationsfiltre kan der anvendes kalkgranulat og lignende, der sigter mod sorption til disses overflade.
- Mikrobiologisk omsætning af opløste organiske stoffer.

De to første processer har en endelig kapacitet, dvs. filtermaterialet skal skiftes som en del af driften med et givent interval. Sorptionsprocessens effektivitet for de miljøfarlige organiske stoffer er styret af stoffernes fysisk kemiske egenskaber, dvs. særligt stoffets affinitet mellem vand og organisk stof (udtrykt ved log K_{ow} eller log K_{oc}), filtermuldens indhold af naturligt kulstof og den hydrauliske belastning. Filtermulden vil ved moderate hydrauliske belastninger have en tilbageholdelse på tæt på 100 % for de miljøfarlige stoffer med lav vandopløselighed/høj log K_{ow} værdi, hvor kapaciteten så opbruges som tiden går og der på et tidspunkt sker gennembrud, hvor rensesgraden så falder til 0 %.

For metallerne gælder det samme ift. effektivitet, her er det indholdet af lerminerale og pH, der er styrende for fjernelsen. Herudover er der et naturligt indhold af mange af metallerne, der vil repræsentere ligevægtskoncentrationen med det vand der strømmer igennem mulden. Der kendes således eksempler fra litteraturen, hvor indholdet af fx zink er højere i udløbet fra filterbede end i indløbet, hvilket skyldes det naturlige baggrundsindhold i jorden, hvilket er årsagen til, at det som tidligere beskrevet er vigtigt at undersøge filterjordens indhold af tungmetaller gennem udvaskningstests ingen etablering af filtret.

Mikrobiologisk omsætning er primært interessant for organiske stoffer med en vandopløselighed i mg/l niveau eller højere. I tabellen er rensegrader for de stoffer, der er vurderet ikke at være væsentligt påvirket af sorption, vurderet efter halveringstider.

Tabel 1 Vurderede rensegrader for rensning af regnvand i våde regnvandsbassiner og filterløsninger 500 m2 filter pr. ha red. og en filtertykkelse på 1 meter. Filterjorden forudsættes at indeholde 4 % organisk stof og 15 % lerminerale.

Stof	Anvendt rensningsgrad [%]		Interval for rensningsgrad [%]	
	Vådt bassin	filter bassin	Vådt bassin	filter bassin
arsen	20	40	20-60	40-70
barium	40	95	40-60	70-100
benz(a)anthracen (PAH)	90	99	60-95	90-100
bisphenol A	85	95	60-95	90-100
krom (Cr VI / Cr III)	40	95	40-60	70-100
chrysen	90	99	60-95	90-100
kobolt	40	95	40-60	70-100
di(2-ethylhexyl)adipat (DEHA)	90	99	60-95	90-100
dibenz(a,h)anthracen (PAH)	90	99	60-95	90-100
kobber	40	95	40-60	70-100
pyren	85	95	60-95	90-100
sølv	40	95	40-60	70-100
uran	40	95	40-60	70-100
vanadium	40	95	40-60	70-100
zink	40	95	40-60	70-100
antracen	85	95	60-95	90-100
benz(a)pyren	90	99	60-95	90-100
benz(b)fluoranthren	90	99	60-95	90-100
benz(g,h,i)perylene	90	99	60-95	90-100
benz(k)fluoranthren	85	95	60-95	90-100
bly og blyforbindelser	40	95	40-60	70-100
cadmium og cadmiumforbindelser	40	95	40-60	70-100
di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP)	90	99	60-95	90-100
fluoranthren	85	95	60-95	90-100
indeno(1,2,3-cd)-pyren	90	99	60-95	90-100
kviksølv og kviksølvsforbindelser	40	95	40-60	70-100
nikkel og nikkelforbindelser	40	95	40-60	70-100

Monitering, oprensning og drift

Opbygningen af suspenderet stof i filtermulden kan beregnes med udgangspunkt i nedenstående forudsætninger:

- 500 m² filterareal pr. ha red.
- SS indhold i regnvand er 100 mg/l
- 40 % af SS tilbageholdes i sandfilteret
- Densitet af aflejret stof er 1,4 g/cm³

På den baggrund opbygges knap fire kg, svarende til ca. 1 mm sediment pr. m² filteroverflader pr. år. Hertil kommer en naturlig tilvækst i tørven af samme størrelsesorden. Det betyder, at man ved etablering af tilløbet til filteret skal regne med, at filteroverfladen over 20 år hæves med mindst 2 cm.

Der kan opstå behov for oprensning af filteret som følge af tilklogning, reduceret magasinvolumen eller risiko for gennembrud af forurening i filteret. Der bør derfor med mellemrum foretages en pejling af filteroverfladens kote og en vurdering af vegetationens tilstand og filterets tømme-tid. Med fem års mellemrum udtages desuden en prøve af filterjord i tre jorddybder svarende til filterets overflade, filterets midte og filterets bund. Prøverne udtages som blandprøver af mindst fem stik og analyseres efter en analysepakke for forurenede jord omfattende bl.a. tungmetaller og PAH. Hvis jorden i den midterste fraktion i filteret overskrider jordforureningsklasse 3 på metaller eller PAH skal filterjorden skiftes.

I forbindelse med udtagning af jordprøver tages også en vandprøve i filterets udløb til analyse for relevante analyseparametre.

Ved udskiftning af filterjord udskiftes de øverste to tredjedele af filteret med ny filterjord. Bortgravet filterjord bortskaffes efter regler for forurenede jord. For at sikre filterets hydrauliske funktion, kan oprensningen gennemføres over to vækstsæsoner, så der altid vil være en veletableret vegetation på den ene halvdel af filteret.

Driften af filteret omfatter mindst en årlig slåning i det tidlige efterår. Afklippet materiale og opvækst af træer skal fjernes fra filteret.

Referencer

/1/ Større anlæg til overfladenedsivning af separat regnvand, Vollertsen et al, separatvand.dk 2012

/2/ Laboratory study on stormwater biofiltration: Nutrient and sediment removal in cold temperatures, Blecken et al. Journal of Hydrology, Volume 394, Issues 3–4, 26 November 2010, Pages 507-514

/3/ Bioretention for stormwater quality treatment: Effects of design features and ambient conditions. Laila C. Sjøberg, Phd-projekt, Luleå Universitet, 2019

/4/ Evaluation of pollutant removal performance of stormwater biofilters in a Swedish climate, Anna Träff, Luleå University of Technology Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering

/5/ Vurdering af påvirkning af overfladevand, grundvand og drikkevandsinteresser for projektændringer til Rute 15, WSP udført for Vejdirektoratet 2024